COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er DÉCEMBRE 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Observations à propos de la dernière Note de M.* Trécul, *relative à la chlorophylle;* par M. Chevreul.

« Après avoir entendu la réclamation de M. Trécul, à propos de la chlorophylle cristallisée, j'ai demandé à M. le Président de l'Académie la permission de lui adresser deux questions, pour savoir si je l'avais bien compris.

Première question. — M. Trécul, après avoir constaté la forme cristalline de la chlorophylle, en a-t-il reconnu *la solution* SANS RÉSIDU *de ces cristaux dans l'alcool et l'éther?*

» Sur sa réponse affirmative, je l'en ai félicité, et en même temps j'ai exprimé le regret de n'avoir pas connu sa découverte dès 1865.

» *Seconde question.* — Elle concerne l'origine de la chlorophylle. Est-elle pour lui un simple produit de l'organisation, comme elle semble l'être par ses propriétés de se dissoudre dans l'alcool et l'éther et de cristalliser; et l'opinion de M. Trécul est-elle que la chlorophylle qu'il qualifie de *globuleuse* est un organe vivant, producteur de l'espèce chimique chlorophylle, cristallisable et *réducteur,* dans la feuille verte vivante, du gaz acide

carbonique en gaz oxygène qui se dégage et en carbone qui devient un des éléments des principes immédiats du végétal?

» Tel était l'objet de ma seconde question. Mais, en lisant la Note de M. Trécul, je me suis aperçu d'un malentendu. Je n'insisterai donc pas davantage.

» Tenant pour beaucoup de raisons à cette question, je rappellerai trois beaux résultats obtenus par M. Cloëz, sur la décomposition du gaz acide carbonique par les feuilles de l'*Amaranthus tricolor*, insérés dans les *Comptes rendus* ([1]).

» M. Cloëz dit qu'il n'a jamais vu de plante dont les feuilles fussent dépourvues de chlorophylle.

» En découpant les feuilles de l'*Amaranthus tricolor*, de manière à les réduire en *parties d'un blanc jaunâtre*, en *parties rouges* et en *parties vertes*, qu'il a mises séparément dans de l'eau chargée de gaz acide carbonique que contenaient trois petites cloches exposées au soleil, les parties vertes seules ont donné du gaz oxygène.

» De plus, en faisant sécher les feuilles vertes à l'ombre, et la chlorophylle, en tant que matière verte, ne paraissant pas altérée, il a constaté que ces feuilles ne décomposaient plus le gaz acide carbonique.

» M. Cloëz en a conclu que la chlorophylle doit être contenue dans un organisme vivant pour réduire l'acide carbonique en gaz oxygène sous l'influence des rayons du soleil.

» Ces faits ainsi formulés, je demande le rôle que joue la chlorophylle.

» Fait-elle partie constituante de l'organe, ou s'y trouve-t-elle accessoirement, ou, en d'autres termes, sans activité organique?

» Telle est la question que j'adresse à tous les savants qui s'occupent de la chlorophylle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques propriétés des glucoses;* par M. Eug. Peligot.

« Je me propose d'entretenir l'Académie de quelques expériences que j'ai faites sur les produits qui résultent de l'action des alcalis sur les glucoses. On sait que cette action fournit l'un des caractères qui distinguent le mieux ces corps d'avec le sucre ordinaire, la saccharose : celle-ci se

([1]) *Comptes rendus*, t. LVII, p. 834; année 1863.

combine intégralement avec les bases et donne des sucrates de chaux, de baryte, de plomb, etc., dont il est facile de la retirer. Dans les mêmes conditions, les glucoses subissent des modifications profondes; elles donnent naissance à deux acides : l'acide glucique, dont la composition ne diffère de celle des glucoses que par l'élimination d'une certaine quantité d'eau, et l'acide mélassique, qui colore fortement les liqueurs et qui offre quelques-uns des caractères des composés ulmiques. J'ai fait connaître ces produits et j'en ai ébauché les principaux caractères dans le travail sur *la nature et les propriétés chimiques des sucres*, que je soumettais en 1838 au jugement de l'Académie; je viens aujourd'hui ajouter à cette étude quelques faits nouveaux.

» La glucose provenant de la saccharification de l'amidon, ainsi que le sucre interverti par les acides, se combine avec la chaux, en donnant naissance à des composés éphémères qui se transforment rapidement en d'autres produits; la chaux éteinte se dissout en grande quantité dans de l'eau tenant en dissolution 15 à 20 pour 100 de glucose : la liqueur est d'abord très fortement alcaline; mais cette alcalinité s'affaiblit journellement, ainsi qu'il est facile de s'en assurer en titrant de temps à autre cette liqueur avec l'acide des essais alcalimétriques. La dissolution prend une coloration brune de plus en plus foncée; il s'y dépose à la longue une substance d'un jaune chamois, ayant parfois un aspect cristallin; ce même précipité, plus fortement coloré, se produit immédiatement sous l'influence de la chaleur; à la température de l'ébullition, il devient très abondant; la liqueur filtrée perd son alcalinité : elle devient sensiblement neutre au papier de tournesol.

» Dans ces conditions, la glucose donne naissance au glucate de chaux, dont une partie reste dissoute et peut être séparée par le sous-acétate de plomb, tandis que l'autre partie se précipite à l'état de glucate tribasique, peu soluble dans l'eau et coloré en brun par une certaine quantité d'acide mélassique qui s'est formé en même temps. Mais ces produits ne sont pas les seuls qui résultent de l'action des alcalis sur la glucose : il se fait, en même temps, une substance complémentaire dont la formation me semble jeter quelque lumière sur la constitution des matières sucrées et peut-être aussi sur quelques points concernant l'analyse, aujourd'hui si importante, des sucres commerciaux.

» Cette substance, dont la production m'avait échappé, comme elle a échappé aux chimistes qui, depuis quarante ans, se sont occupés des glucoses et des saccharoses, est assez difficile à dégager des produits qui

l'accompagnent : j'estime même qu'elle resterait encore à découvrir si le hasard ne m'était pas venu en aide. M'étant proposé, il y a quelques années, de reprendre l'étude un peu délaissée de l'acide glucique, j'ai trouvé, dans une sorte de mélasse provenant de sa préparation, des prismes parfaitements nets, que j'ai considérés d'abord comme étant formés par cet acide, lequel, comme on sait, n'a pas encore été obtenu sous cet état. La prédilection que j'ai toujours eue pour les corps qui cristallisent m'a conduit à faire de nombreuses tentatives dans le but de reproduire ces cristaux, que j'obtiens aujourd'hui par plusieurs procédés d'une exécution simple et facile.

» Cette substance se présente sous la forme de magnifiques cristaux qui, d'après l'examen qu'a bien voulu en faire notre savant confrère M. Des Cloizeaux, dérivent du prisme droit rhomboïdal. Sa composition est fort remarquable; c'est la composition du sucre ordinaire, de la saccharose; elle est, par conséquent, représentée par la formule

$$C^{12}H^{11}O^{11}.$$

» Mais cette matière n'est pas du sucre; en présence de la levûre de bière elle ne fermente pas; sa saveur n'est nullement sucrée; elle est presque nulle, avec un arrière-goût d'amertume qui rappelle celui du sel de Glauber. Ainsi, le problème tant cherché de la transformation de la glucose en sucre ordinaire n'est pas résolu; ce n'est encore qu'un isomère. Je donne à ce corps le nom de *saccharine*.

» On sait qu'il existe déjà plusieurs substances dont la composition est la même que celle du sucre ordinaire : tels sont le sucre de lait, la mélitose et la tréhalose de M. Berthelot; mais ces produits renferment de l'eau de cristallisation; de plus, leur origine et l'ensemble de leurs caractères ne permettent pas de les confondre avec la saccharine.

» Cette substance est assez peu soluble dans l'eau froide; 100 parties d'eau en dissolvent environ 13 parties à 15°; elle se dissout en grande quantité dans l'eau bouillante; elle est douée d'une stabilité bien inattendue; elle est, en grande partie, volatile; l'acide azotique agit peu sur elle; traitée par cet acide marquant 36° au pèse-acide de Baumé, elle se retrouve en presque totalité dans le liquide qu'on a soumis à l'évaporation; l'acide sulfurique concentré la dissout à chaud sans paraître l'altérer sensiblement. Enfin, la liqueur tartro-alcaline de cuivre n'est réduite par ce corps qu'à l'aide d'une ébullition prolongée.

» Je n'ai pas encore déterminé son action sur la lumière polarisée, n'ayant eu à ma disposition que des quantités assez faibles de matière. C'est là pourtant un caractère fort essentiel à connaître, la saccharine pouvant se rencontrer dans quelques-uns des produits de l'industrie sucrière, notamment dans ceux obtenus par les procédés d'osmose qu'on doit à M. Dubrunfaut.

» La préparation de ce corps se fait de la manière suivante :

» Dans une dissolution de glucose et de chaux, qu'on a fait bouillir et que l'on a soumise à la filtration (pour séparer le précipité jaune brun dont il a été question ci-dessus), on ajoute la quantité d'acide oxalique nécessaire pour précipiter la chaux à l'état d'oxalate calcaire. En filtrant pour séparer ce dernier corps et en évaporant à consistance sirupeuse, on obtient, au bout d'un temps plus ou moins long, un magma cristallin qu'on reçoit sur un filtre; celui-ci retient la matière solide empâtée dans une sorte de mélasse qu'on fait absorber par du papier non collé. Lorsqu'on a sous la main des eaux mères fournies par des cristallisations antérieures, on abrège beaucoup le temps nécessaire pour la préparation de la saccharine. Les cristaux, obtenus à l'état brut, sont redissous dans l'eau chaude, et la liqueur jaunâtre qui les renferme est décolorée par une petite quantité de noir animal. Par évaporation spontanée, cette dissolution donne des prismes très volumineux de saccharine. Je ne connais pas de substance qui cristallise plus facilement lorsqu'elle a été amenée à un état convenable de pureté.

» On peut encore préparer la saccharine en dialysant la dissolution dont je viens d'indiquer la préparation; le produit cristallisable passe dans l'eau que l'on a introduite dans le vase inférieur.

» Enfin, lorsqu'on ajoute du sous-acétate de plomb à une dissolution neutre de glucate de chaux et de saccharine, on obtient un précipité de glucate de plomb tribasique; dans la liqueur filtrée, dont on a séparé ce corps, l'acétate de plomb ammoniacal fournit un nouveau dépôt qui consiste en une combinaison basique d'oxyde de plomb et de saccharine. Ce dépôt est décomposé par l'acide sulfhydrique ou par l'acide sulfurique; la liqueur qu'on obtient fournit des cristaux de saccharine.

» Il est facile de se rendre compte des conditions dans lesquelles la saccharine se produit; l'opinion, généralement admise aujourd'hui, que les matières sucrées doivent être considérées comme étant des alcools polyatomiques, ne me paraît pas confirmée par la production de ce nouveau corps. L'action de la chaux sur la glucose serait un simple phénomène de

déshydratation, l'acide glucique et la saccharine ne différant de la glucose que par l'élimination d'un certain nombre d'équivalents d'eau. A mon avis, il s'agit d'une véritable saponification, analogue à celle que subit un corps gras neutre, lorsque, conformément aux mémorables travaux de M. Chevreul, il donne naissance à un savon et à de la glycérine. Une étude plus complète des propriétés de la saccharine nous apprendra si cette substance ne doit pas être elle-même rangée dans la classe si nombreuse des produits alcooliques. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Note sur la forme cristalline et les propriétés optiques de la saccharine;* par M. **Des Cloizeaux**.

« Le nouveau corps hydrocarboné, dont notre savant confrère M. Peligot vient de communiquer la composition à l'Académie, forme de beaux cristaux blancs, éclatants, plus ou moins transparents. Ces cristaux offrent l'apparence d'un prisme rhomboïdal droit ([1]), dont les angles solides latéraux sont remplacés par des faces très développées, formant deux dômes (biseaux) superposés, tandis que ses angles solides antérieur et postérieur restent inaltérés ou, le plus souvent, portent chacun une petite troncature rhombe.

» L'angle du prisme primitif est de 111°27′ environ, et un côté de sa base est à la hauteur $b : h :: 1000 : 612,545$.

» Les combinaisons de formes observées sont $m e^1 e^{\frac{1}{2}}$, $m a^1 e^1 e^{\frac{1}{2}}$. Un clivage facile se produit parallèlement aux petites diagonales des bases.

» Les angles calculés, comparés aux angles observés, sont :

	Calculé.	Observé.
mm	111°.27′	111°.16′ moy.
*mg*¹	124.16.30″	124.32.30″ moy.
*me*¹ adjac.	109.36	109.32 à 110°44′
*me*¹ opp.	70.24	70.32 à 70°50′

([1]) Il ne serait peut-être pas impossible que le système cristallin fût le système clinorhombique, avec une forme limite à très faible obliquité; mais je n'ai pu encore m'assurer du fait; d'une part, parce que les faces des cristaux ne sont pas en général assez planes pour fournir des mesures d'angles d'une grande précision; d'autre part, parce que l'orientation des axes d'élasticité optique ne s'obtient qu'approximativement, par suite de variations dues, sans doute, à des groupements intérieurs irréguliers.

	Calculé.	Observé.
ma^1 adjac	127.28	127.25 moy.
a^1e^1	122.56	122.48 à 122°57′
* $me^{\frac{1}{2}}$	117.50	117.50 à 118°0′
e^1e^1 au sommet	106.54	106. 0 à 107°10′
$e^{\frac{1}{2}}e^1$ adjac.	160.33	161.11 moy.
$e^{\frac{1}{2}}e^1$ sur e^1	87.27	87. 5 moy.
* $e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}$ sur e^1	68. 0	68° à 68°7′

» Le plan g^1 n'a été observé que comme résultat du clivage.

» Les lames épaisses parallèles à ce clivage, vues dans la lumière polarisée convergente, montrent, vers 10° C., de nombreux anneaux et une croix noire qui annoncent deux axes excessivement rapprochés, avec bissectrice *négative* normale à g^1.

» Lorsque l'arête verticale mg^1 coïncide avec le plan de polarisation, la croix est très régulière dans les plages homogènes; mais, dans les plages où paraissent exister des enchevêtrements intérieurs, elle se disloque en même temps que les anneaux perdent leur forme régulière et deviennent un assemblage de quatre lignes courbes opposées deux à deux.

» A 45° du plan de polarisation, et au-dessous de 10° C., les anneaux rouges sont réunis, les anneaux verts éprouvent une légère séparation et les anneaux bleus une séparation très marquée, suivant un plan sensiblement parallèle à l'arête mg^1. La dispersion des axes est donc forte, avec $\rho < \nu$. Aucune trace de dispersion *tournante* ne se manifeste dans la première ou dans la seconde position de la lame.

» Au-dessus de 10°, vers 15° ou 20°, les axes bleus sont réunis, les verts très légèrement séparés et les rouges un peu plus séparés dans un plan normal à mg^1; donc $\rho > \nu$. A partir de 25°, les axes, pour toutes les couleurs du spectre, s'ouvrent dans ce même plan.

» Nous avons donc ici un exemple remarquable de l'influence que de petites variations de température peuvent exercer sur l'orientation d'axes optiques à forte dispersion.

» Ces lames épaisses, placées entre deux Nicols croisés, ne manifestent aucune extinction, quelle que soit la position que l'arête mg^1 occupe par rapport à la section principale des Nicols. Cependant je n'ai rien pu découvrir qui ressemblât à un phénomène de pouvoir rotatoire.

» Lorsque les lames de clivage sont excessivement amincies, le microscope polarisant à lumière convergente y montre encore un ou deux

anneaux, grâce à la double réfraction énergique dont jouit la substance.

» Soumises au microscope à lumière parallèle, elles indiquent approximativement la direction des axes d'élasticité optique par l'extinction imparfaite qu'elles éprouvent entre deux Nicols croisés, ou mieux par la teinte uniforme qu'elles communiquent, dans une position convenable, aux quatre secteurs de la plaque de quartz imaginée par M. Em. Bertrand. Cette direction est sensiblement parallèle ou perpendiculaire à l'arête verticale mg^1, dans certaines plages; dans d'autres, elle fait avec mg^1 des angles variant de 17° à 45°, en passant par 20°, 26°, 31°, etc. Or, comme il est difficile de réduire des cristaux fragiles et solubles en lames très minces, conservant des bords suffisamment rectilignes pour fournir de bons repères; que, de plus, les enchevêtrements intérieurs se font suivant des contours tout à fait irréguliers, les phénomènes optiques ne permettent pas jusqu'ici de conclure, avec certitude, si la saccharine appartient au système rhombique ou au système clinorhombique. »

VITICULTURE. — *Questions relatives au Phylloxera, adressées à M.* P. Thenard; par M. Fremy.

« L'Académie se rappelle que notre savant confrère M. P. Thenard a été le premier à proposer l'emploi du sulfure de carbone pour la destruction du Phylloxera.

» Sachant que quelques-unes des vignes de M. Thenard sont menacées par le Phylloxera, je viens lui demander s'il a confiance encore dans l'agent de destruction qu'il a proposé, si son efficacité est établie par des expériences positives, et s'il a employé lui-même le sulfure de carbone pour arrêter les progrès du Phylloxera.

» J'ai la plus grande confiance dans le jugement et dans la sincérité de mon confrère et ami M. Thenard : je suis persuadé qu'il me dira la vérité lors même qu'elle serait en opposition avec ses propres opinions; mais la méthode vient de lui, et je sais combien il est difficile de se défendre d'un sentiment de faiblesse paternelle.

» Aussi, tout en demandant à M. Thenard son opinion sur l'efficacité du sulfure de carbone qu'il a proposé comme préservatif du Phylloxera, il me permettra de lui dire qu'en présence des assertions les plus contradictoires qui ont été émises sur cette grave et difficile question, mon opinion est loin d'être faite et que, pour l'établir, je serais bien heureux qu'il pût répondre

aux questions suivantes, qui s'appliquent à l'emploi de tous les autres insecticides :

» 1° Nous savons que le sulfure de carbone tue le Phylloxera; mais il peut tuer aussi la vigne : est-on arrivé, d'une manière certaine, à obtenir le premier résultat et à éviter le second?

» 2° L'emploi du sulfure de carbone est-il facile et pratique? Son action sur l'économie est redoutable; ne peut-il pas altérer la santé des vignerons?

» 3° On prétend que, dans une vigne phylloxérée, en sacrifiant le tiers de son revenu, on peut sauver les deux autres tiers, lorsqu'on fait usage du sulfure de carbone : le fait est-il bien démontré?

» 4° M. Thenard peut-il me faire connaître des localités dans lesquelles l'invasion du Phylloxera aurait été arrêtée par l'emploi du sulfure de carbone? Je voudrais surtout qu'on pût me montrer des vignes préservées du Phylloxera, *depuis un certain temps*, par le sulfure de carbone, tandis que celles qui les entourent et qui n'ont pas été traitées de la même façon se trouvent absolument perdues.

» Un pareil résultat, s'il existe, est d'une grande importance; mais cependant il ne faudrait l'accepter encore qu'avec une certaine réserve, car je connais des vignes qui n'ont subi aucun traitement préservateur, et qui, se trouvant dans une région complètement phylloxérée, n'ont pas été atteintes : les inventeurs n'ont pas toujours tenu un compte suffisant de ce fait incontestable.

» 5° Je demande enfin si *la qualité de nos vins fins* ne sera pas altérée par l'emploi répété du sulfure de carbone, et si cet agent ne finira pas par frapper le sol de stérilité, en agissant sur les éléments minéraux de la terre.

» Je suis persuadé que mon confrère et ami M. Thenard me pardonnera de lui adresser des questions aussi directes, qui lui montrent toutes les incertitudes qui existent encore dans mon esprit sur l'efficacité des insecticides pour la destruction du Phylloxera.

» Mais il s'agit ici d'une de nos plus importantes productions nationales : la Science a été consultée depuis longtemps, elle doit répondre aujourd'hui avec une entière franchise, soit pour déclarer son impuissance, soit pour faire connaître les secours qu'elle peut apporter sûrement : son intervention n'aura jamais été plus utile.

» Il appartient à l'Académie des Sciences, qui a reçu les propositions des inventeurs, d'écouter les critiques qu'elles peuvent provoquer, d'examiner

avec soin les expériences qui ont été faites et de porter un jugement qu'attendent avec une impatience bien naturelle tous ceux dont la fortune est compromise par les progrès du Phylloxera. »

VITICULTURE. — *Réponse aux questions de M.* Fremy *relatives à l'emploi du sulfure de carbone appliqué à la destruction du Phylloxera;* par M. **P. Thenard.**

« Nous répondrons à notre éminent confrère et ami avec d'autant plus de satisfaction et de liberté que les résultats sont plus favorables, plus authentiquement établis et que nous y avons une moindre part.

» Le sulfure de carbone a été pour la première fois appliqué à la destruction du Phylloxera au mois de juillet 1869, dans le Bordelais.

» Deux expériences ont été faites, l'une chez feu le Dr Chaigneau, l'autre chez M. Cahussac.

» Dans la première, la dose, calculée sur un coefficient de 1500^{kg} par hectare, a été distribuée dans des trous pratiqués au pal et au maillet, et distants les uns des autres de $0^m,40$ à $0^m,45$ au carré : l'effet a été foudroyant sur l'insecte, mais la moitié des ceps ont péri.

» Dans la seconde, la dose a été réduite à 600^{kg}, qui ont été versés avec une burette à huile précédant de $0^m,50$ une charrue qui venait combler la raie qu'elle avait préalablement tracée et dans laquelle on avait déposé du tourteau d'arachide.

» Les résultats ont été satisfaisants et, si nous avions eu, comme M. Marion, l'heureuse idée de réitérer l'opération cinq ou six jours plus tard, ils eussent été aussi complets que ceux qu'il obtient avec son traitement réitéré.

» Depuis cette époque, nous ne nous sommes plus guère occupé du sulfure de carbone que pour prier M. Balbiani de vérifier si, en vertu de la résistance qu'opposent les animaux anesthésiés à l'action des poisons, les jeunes œufs de Phylloxera n'échapperaient pas aux vapeurs délétères du sulfure. On verra plus loin les heureuses conséquences que M. Marion a su tirer de cette observation.

» Nous n'avons donc, dans cette question, donné que des indications utiles, et l'honneur du succès revient surtout à M. Aillès, de Marseille, qui, par des traitements à petite dose, mais répétés mensuellement pendant cinq mois consécutifs, a sauvé son domaine, et en même temps convaincu M. Talabot, qui dès lors a déterminé la grande Compagnie P.-L.-M., qu'il dirige, à s'emparer de la question et à ne reculer devant aucun sacrifice pour la couler à fond ;

COMMENT ON OBSERVE
LES NUAGES
POUR PRÉVOIR LE TEMPS

Par André POËY

Fondateur de l'Observatoire physique et météorologique de la Havane

TROISIÈME ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE.

Un beau volume, petit in-8, contenant 17 *planches chromolithographiques et* 3 *planches sur bois;* 1879.

Prix : 4 fr. 50.

L'observation des nuages est un des plus importants sujets d'étude qui ressortissent du domaine de la météorologie et de la physique du globe; et aucun autre phénomène de la nature ne fixe au même degré l'attention du citadin, du touriste, de l'agriculteur, du marin. Tous, nous jetons instinctivement sur les nuages un regard d'interrogation, en espérant qu'ils nous révéleront à l'avance les variations atmosphériques.

Mais, pour obtenir ainsi des données sur le temps à venir, il est nécessaire de *savoir* observer. Et c'est précisément ce que nous apprend le savant M. Poëy dans l'ouvrage que nous annonçons aujourd'hui, et dont l'édition précédente, imprimée par les soins du Dépôt des cartes et plans de la Marine, a été distribuée à bord des bâtiments de l'État.

L'auteur nous enseigne d'abord à classer les nuages d'après leurs formes, qui dépendent de leur structure. Cette structure est déterminée elle-même par la température et la nature de la précipitation

de la vapeur d'eau, — vapeur qui se transforme en aiguilles de glace dans le type Cirrus, en cristaux de neige dans le Cirro-cumulus, en vésicules aqueuses dans le type Cumulus et ses dérivés. Enfin, le mode de précipitation de la vapeur dépend de l'altitude du nuage et de la constitution physique du milieu ambiant.

Cet enchaînement rattache la forme du nuage à sa structure, celle-ci à sa constitution et à l'altitude, suivant l'ensemble des phénomènes météorologiques concomitants; ce qui permet, l'un de ces éléments étant connu, d'avoir des indications précises sur les autres.

M. Poëy consacre ensuite un chapitre à l'estimation de la quantité, de la direction, de la vitesse, de la rotation azimutale des nuages; et, après avoir parlé des données fournies par l'observation des halos, des couronnes, des arcs-en-ciel, il résume les considérations, sur la structure et la forme des nuages, que lui ont fournies trente années d'expérience.

Qui ne comprend, dès lors, que, pour l'observateur instruit, les nuages seront pour ainsi dire autant de girouettes célestes, qui lui fourniront les plus précieux éléments sur les variations atmosphériques, en marquant à tout instant la *direction*, la *vitesse* et l'*altitude* des courants supérieurs.

Le livre se termine par la bibliographie très complète de tous les Ouvrages et Mémoires publiés sur la matière.

Dix-sept planches, tirées en chromo-lithographie par Lemercier, reproduisent les divers types de nuages, dans l'ordre de leur classification.

TABLE DES MATIÈRES

pas. Point de nuages de nuit. — IV. Le Cumulus. C'est un nuage d'été, de jour et de l'horizon. — V. Le Cirro-stratus. N'est point une couche de Cirrus, même d'après Howard. Seuls, le Cirro-cumulus et le Fracto-cumulus s'étendent en couches. Le Cirro-stratus glacé est *au-dessus* du Cirro-cumulus neigeux. La conversion équivalente de l'énergie des manifestations météorologiques.

Chap. III. — Nouvelle classification des nuages.

I. Fondements. Nouvelle classification de Poëy. Tableau de la nomenclature vulgaire des nuages en cinq langues. Symboles et abréviations. — II. Opinions formulées par les savants. Le Rural New York. Le Smithsonian Institution. Le Dépôt des cartes et plans de la marine. Le Chief Signal Office. L'Observatoire de l'Ecole des Mines de Mexico. L'Observatoire de Cambridge, Etats-Unis. Robert J. Mann. Karl Fritsch. H. Fristch. L'amiral von Wüllerstorf-Urbair. A. Mühry. Buys-Ballot. *Nature*, de Londres. Gustavus Hinrichs. L'encyclopédie d'Appleton. — III. Cette classification est applicable a toutes les latitudes du globe.

Chap. IV. — Structure et formes des nuages.

Nuages supérieurs du type Cirrus.

I. Cirrus, Howard. Description. Planches I, II et III. — II. Tracto-cirrus, Poey. Nature et influence concomitantes. Substratum de la lumière polaire. Pronostic des tempêtes. Rapports avec les isobares. Orientation des bandes de Cirrus. Rapports avec les bandes aurorales et le méridien magnétique. Structure et classification. Description des planches IV, VII, VIII, X, XIV, A et B. Bandes annulaires. Bandes en grappe de groseilles. Bandes tubulaires. Bandes en barre arrondie. Bandes en zig-zag. Bandes striées. — III. Cirro-stratus, Howard. Observation et expérience sur la naissance du Cirrus, du Cirro-stratus, du Cirro-cumulus et du Pallio-cirrus. Planches V et VI. — IV. Cirro-cumulus, Howard. Description. Planche IX. — V. Pallium. Pallio-cirrus, Poey. Couche neigeuse considérable observée à la Havane. Planche XI. — VI. Globo-cirrus, Poey. Histoire de ce nuage signalé par Lamarck. Cas observés en rapport avec les tempêtes. Sa structure. Hypothèses. Classification. Planche XVII.

Nuages inférieurs du type cumulus.

VII. Pallio-cumulus, Poey. Couche pluvieuse considérable observée à la Havane. Planche XII. — VIII. Globo-cumulus, Poey. Description. Planche XVII. — IX. Cumulus, Howard. Le Cumulus est un nuage de jour, d'été et de l'horizon. Caractères des Cumulus observés à la Havane et à Mexico. Planches XIII et XV. — X. Fracto-cumulus, Poey. Les Fracto-cumulus prédominent de l'E. rectangulairement et à la limite inférieure des Alizés de N.-E. et de S.-E. A Mexico, ils remplacent les Cumulus pendant la saison de sécheresse; ils les remplacent aussi pendant la nuit sous toutes les latitudes du globe. Planche XVI.

Chap. V. — Estimation de la quantité, de la direction, de la vitesse et de la rotation azimutale des nuages.

I. Quantité de nuages. — II. Direction des nuages. Pendant une nuit orageuse. Les deux courants antagonistes. Rapports des nuages, des courants, des basses et des hautes pressions. Altitude des courants d'après la nature des nuages. Loi de l'évolution similaire. Direction et alternance des courants d'après les nuages. — III. Vitesse des nuages. Extrême vitesse et effervescence des Fracto-cumulus à Mexico; extrême lenteur des autres nuages. — IV. Rotation azimutale des nuages. La loi de Dove est applicable aux nuages. Durée de chaque rotation. Distribution mensuelle de 83 rotations. Existence probable d'une rotation annuelle. Rotations directe et rétrograde. Le vent fait le tour du compas dans la zone torride, contrairement à l'opinion de Dove. Vitesses horizontales des courants ascendants et descendants. Appel aux météorologistes. Tableau de 83 rotations azimutales du vent et des nuages observées à l'observatoire de la Havane. Modèle d'un tableau pour l'enregistrement horaire des nuages.

Chap. VI. — La nature des nuages tirée des halos, des couronnes et des arcs-en-ciel.

I. Petits halos, halos moyens et grands halos. Un effet magnifique de réfraction et de diffraction observé à Mexico. Disposition des anneaux colorés. Rapports entre la formation des halos et les phases de la lune. Dispersion du grand halo et des nuages par la pleine lune. Rayonnement calorifique de la lune. Dispersion électrique d'un Fracto-cumulus. La distinction entre les halos et les couronnes est incertaine.

Chap. VII. — Considérations expérimentales et synthétiques sur la structure et la forme des nuages.

I. Action de la pesanteur. La dynamique rapportée à la statique et les forces perturbatrices aux forces directrices. Les perturbations augmentent des Cirrus aux Fracto-cumulus. Masse et altitude du nuage. Équilibre et mouvement. Influences solaire et lunaire. — II. Action de la chaleur. Echauffement et refroidissement à distance et au contact. Action thermique du soleil. Direction de surface. Différence de température. Chaleur solaire, diffuse, rayonnante et transmise. — III. Action de l'électricité. Nature électrique du nuage. Tensions statique et dynamique. Point d'équilibre électrique. Les sphéroïdes aqueux. Pouvoir des pointes. Figure, grandeur et masse électriques. Manifestations électriques. Vent électrique. Expériences à faire. Indication du volume de l'auteur sur les *Courants atmosphériques d'après les nuages*. — Bibliographie des auteurs cités dans cet ouvrage. Comprend 190 articles. Planches A, B, et I à XVII.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

» A M. Marion, professeur à la Faculté de Marseille, qui, mis à la tête des expériences du P.-L.-M., a su en tirer des lois sur la diffusion de la vapeur de sulfure au sein des sols les plus divers, placés d'ailleurs dans des conditions très variées ;

» A M. Gastine, l'inventeur du pal qui porte justement son nom, et dont le fonctionnement précis et sûr active la besogne, tout en mettant les ouvriers et les parties aériennes du végétal à l'abri des émanations délétères;

» A M. de la Molère, inspecteur du P.-L.-M., qui a installé et dirige le service des matières, des instruments, et envoie d'habiles et zélés moniteurs dans tout le vignoble français ;

» A M. Catta, l'inventeur et le propagateur du traitement dit *à mort*, qui retarde la marche en avant du fléau ;

» A MM. Balbiani, Cornu et Boiteau ; qui, en dévoilant les mœurs de l'insecte, ont implicitement, mais grandement contribué au succès.

» J'aborde maintenant les questions posées par M. Fremy.

» *Réponse à la première question.* — Le sulfure de carbone s'emploie dans trois conditions différentes :

» 1° Si l'on a à traiter une tache isolée, qui se rencontre inopinément dans un vignoble situé à une grande distance d'une contrée envahie, on fait aussitôt une large part au feu en appliquant le traitement *à mort*.

» Il consiste en cent mille injections de sulfure par hectare, à raison d'ensemble 700^{kg}.

» Puis, cinq à six jours après, on recommence.

» Cette répétition est nécessitée, comme nous l'avons déjà fait pressentir, par la résistance des jeunes œufs, qui, échappant au premier traitement, arriveraient à éclosion et répareraient bientôt les pertes que la première injection fait subir à l'insecte.

» Le traitement *à mort*, ne se pratiquant d'ailleurs que sur des surfaces relativement restreintes et n'exigeant ainsi qu'un faible sacrifice en échange d'un grand bienfait, est une belle invention ; la Suisse, plus avisée que nous, n'en pratique pas d'autre, et cependant, depuis cinq ans qu'elle est envahie de plusieurs côtés, elle n'a pas encore perdu 12 hectares de son important vignoble.

» 2° Si, par suite de manque de surveillance, de mauvaise volonté ou d'ignorance de la part des vignerons, au lieu d'une seule tache, on en rencontre plusieurs, qui marquent par leur position un envahissement prochain et général, le traitement *à mort* n'étant plus praticable, on applique

le traitement préventif; la dose tombe alors de 1400^{kg} à 600^{kg} au plus, injectés comme précédemment en deux fois, mais en insistant davantage sur le centre des taches que sur leur pourtour.

» Ce traitement se pratique généralement de juin à fin de septembre, par conséquent lorsque la vigne, en pleine végétation, offre le moins de résistance; aussi, a-t-il pour objet spécial de diminuer le nombre des insectes ailés qui vont bientôt apparaître et se répandre au loin, ou, si la saison est trop avancée, comme en septembre, de réduire le mal causé par la recrudescence qui, sans qu'on en explique bien l'origine, a été constatée à cette époque de l'année.

» Pour être vraiment utile, la richesse du sol dépasserait-elle celle du clos de Montrachet, l'un des plus fertiles qu'ait analysés M. Joulie, le traitement préventif doit être accompagné d'une fumure d'au moins 12 tonnes de fumier de ferme à l'hectare, ou leur équivalent en engrais commerciaux appropriés. Cette *absolue* nécessité de la fumure semble d'ailleurs dictée par cette considération :

« C'est par les radicelles que le Phylloxera attaque la vigne, c'est en » émettant des radicelles nouvelles que la vigne se régénère »

» Mais quel tracé suivent ces nouvelles radicelles? Tout porte à croire qu'elles tendent à s'engager dans les cavités restées veuves des premières, c'est-à-dire dans un milieu déjà épuisé par un végétal de même nature, qu'il faut réconforter, afin que le travail de la végétation gagne de vitesse sur celui du Phylloxera, qui, quoi qu'on fasse, n'est pas entièrement détruit par le traitement préventif et *a fortiori* par le traitement cultural.

» 3° Si, sans avoir pu y découvrir de Phylloxera, un domaine, comme il arrive cette année au nôtre, se trouve à proximité d'une tache et *a fortiori* de plusieurs, la plus naïve prudence commande le traitement cultural.

» Il se pratique, à part les temps de neige et de gelée, depuis la fin des vendanges jusqu'au retour de la végétation. Généralement il consiste en une seule injection de 250^{kg} à 300^{kg} de sulfure de carbone, répartis en trente mille trous : cependant les vignerons les plus soigneux préfèrent appliquer cette même dose en deux injections, à vingt mille trous l'une : ils prétendent avec raison que, la main-d'œuvre étant abondante et à bon marché dans cette saison, c'est, pour une petite économie, perdre l'avantage d'une meilleure diffusion du sulfure et en même temps restreindre la durée de son action.

» La fumure, bien que n'étant pas théoriquement commandée comme

dans le traitement préventif, est indispensable, car on risque de se faire de singulières illusions sur les limites de l'invasion; elle est souvent, en effet, bien plus grande qu'on ne le suppose. D'ailleurs, les frais de fumure étant couverts par une augmentation de récolte, c'est une *bêtise* de l'épargner.

» *Réponse à la deuxième question.* — Nous avons déjà dit que le pal Gastine met les ouvriers et les parties aériennes du végétal parfaitement à l'abri du sulfure de carbone; ajoutons que celui-ci arrive sur le terrain dans des fûts de 100^{kg}, en tôle parfaitement rivée, auxquels on adapte sur place un ingénieux robinet qui prévient toute déperdition.

» *Réponse à la troisième question.* — Le traitement cultural coûte annuellement, par hectare, et en donnant deux injections à 150^{kg} l'une, 364^{fr} :

Sulfure de carbone, 300^{kg} à 40	120^{fr}
Main-d'œuvre, trente-deux journées à 2^{fr} l'une	64
12 tonnes de fumier ou l'équivalent, à 15^{fr} l'une.	180

» Pour les vignes habituellement fumées à cette dose, la somme de 180^{fr} est à déduire; pour les autres, elle l'est encore, parce que l'augmentation de rendement la couvre.

» Par conséquent, l'augmentation annuelle de dépense est de 184^{fr}, répondant à 11 ou 12 pour 100 du prix du vin si l'on accepte les données de 100^{hlit} à 20^{fr} l'un pour les vins communs du Midi, 27^{hlit} à 55^{fr} l'un pour les grands ordinaires et $12^{hlit},5$ à 130^{fr} l'un pour les grands crus de la Bourgogne.

» Mais si la vigne est ostensiblement atteinte, s'il faut pratiquer au moins deux traitements, l'un d'hiver, l'autre de printemps ou d'été, et cela pendant une, deux ou trois années, sans presque rien récolter, on subit une perte à peu près sèche qui varie de 700^{fr} à 1700^{fr}.

» Cela démontre l'intérêt qu'ont les vignerons à ne pas s'attarder.

» *Réponse à la quatrième question.* — La Compagnie P.-L.-M publie chaque année, par les soins de M. Marion, une brochure où elle donne les noms, l'importance, l'état antérieur des vignobles traités avec sa coopération, les résultats sont également rapportés et discutés. Enfin, la brochure se termine par des Tableaux sur lesquels sont inscrits le détail des ventes, les noms, la demeure des clients et l'importance de leurs acquisitions. Le contrôle est donc facile, car il se fait de lui-même.

» Si notre mémoire est bonne, la quantité de sulfure débité a été de

1700^{kg} la première année, 20000^{kg} la seconde, 100000^{kg} la troisième, 240000^{kg} la quatrième, et l'exercice actuel a dû se clore par 450000^{kg}.

» Plus que des paroles, ces chiffres sont éloquents, mais ils le deviennent davantage si l'on ajoute que nombre des mêmes noms figurent depuis quatre ans sur ces mêmes listes. L'an prochain, le nôtre y sera inscrit pour 10000^{kg} à 11000^{kg}.

» Mais répondons plus explicitement. Nous avons pour maître vigneron un brave paysan, défiant, têtu, depuis quarante-cinq ans dévoué à notre famille autant qu'à *son* domaine, par conséquent difficile à convaincre. Aussi, quoique depuis longtemps en intimité avec le Phylloxera, auquel il a fait de nombreuses visites, que celui-ci va malheureusement lui rendre, l'avons-nous obligé, en compagnie de M. Lieutaud, premier moniteur du P.-L.-M., à aller *de visu* constater les succès obtenus. Courcelles, près Villiers-Morgon, fut la première étape. Qu'on imagine l'étonnement d'Antoine quand, au lieu du beau vignoble que six ans auparavant il avait parcouru, il ne vit que quelques îlots de vignes, très prospères il est vrai, et répandus au milieu de vastes champs de trèfle et de luzerne. A l'Hermitage, chez M. Thiollière, l'inspecteur général des Ponts et Chaussées, c'est même chose. A la Voulte, près Valence, c'est peut-être plus beau encore : « *On dirait*, nous écrivait-il, *qu'on s'est plu à surcharger les ceps de » grappes de raisin, qu'à plaisir on y aurait accrochées.* » Puis, faisant parler » M. de Prieux, il ajoute : « *Répétez bien à M. Thenard qu'il lui en coû- » tera plusieurs récoltes et beaucoup de dépenses, s'il ne persévère pas dans son » intention de traiter immédiatement.* »

» Maître Antoine est revenu convaincu, et, de nous deux, c'est lui qui aujourd'hui insiste le plus.

» L'an dernier, M. Rommier, dont la sincérité ne l'a pas toujours servi auprès de notre Commission du Phylloxera, a fait aussi sa tournée et l'a poussée jusqu'à Toulon. Son récit, publié dans le *Bulletin des Agriculteurs de France* (15 octobre 1878), constate les mêmes résultats, qui d'ailleurs ont été obtenus par les mêmes procédés.

» Mais j'en extrais cette phrase, qui répond à la seconde partie de la question :

« Les plus grands crus de la contrée, Châteauneuf-du-Pape, Tavel et » autres, n'existent plus ; c'est à peine si, du wagon, on distingue *encore » çà et là, dans les endroits submersibles par le Rhône, quelques vignes ayant » résisté, grâce au sous-sol humide et sableux qui préserve un peu les racines » profondes des atteintes de l'insecte.* »

» Dans les sables du Médoc et de l'Aubrion, on a cru aussi que le Phylloxera ne pénétrerait pas : or, bien que plus qu'ailleurs il se soit fait attendre, que la vigne semble lui mieux résister, il est à Château-Lafitte. Heureusement que, dès son apparition, M. de Rothschild l'a énergiquement combattu par les moyens que nous avons dits et avec le concours de MM. Catta et Lieutaud.

» C'est donc encore une illusion perdue, qui réduit beaucoup le champ du peu qui nous reste.

» Comme conclusion sur ce point, nous dirons que, partout où le pal Gastine peut pénétrer, si d'ailleurs le sol est suffisamment consistant pour se masser sous l'action du pilon ou *demoiselle* qui sert à boucher les trous ouverts par le pal, on a les plus grandes chances de succès. Malheureusement il n'arrive que trop souvent que, après avoir fait tout le reste, on ne joue pas assez du pilon, et que le sulfure, s'évaporant trop rapidement, n'atteint pas l'insecte et brûle les feuilles de la vigne.

» *Réponse à la cinquième question.* — En ce qui touche le sulfure de carbone, le traitement cultural n'exerce aucune action sur la qualité du vin; mais on ne peut en dire autant du fumier qui accompagne le sulfure. De ce côté, on doit s'attendre à un peu d'affaiblissement.

» Le traitement préventif, surtout quand il précède de peu la vendange, fatigue certainement la vigne et hâte ainsi la maturité du fruit, qui, de même qu'un fruit verreux, n'a pas les qualités d'un fruit sain. Nécessairement le vin s'en ressent, non qu'il ait cet affreux goût que lui donne le soufrage de la vigne, mais il a de la verdeur, est moins alcoolique et d'une *mauvaise santé*. Il ne faut donc, sous ce rapport, avoir recours au traitement préventif que quand on ne peut faire autrement.

» *Réponse à la question sur l'infertilisation du sol.* — Le sulfure de carbone est sans action sur les éléments du sol ; il n'en dissout sensiblement aucun, ni ne les coagule ; il disparaît d'ailleurs si rapidement, que de ce côté il n'y a pas lieu de concevoir les craintes que nous inspirent les sulfocarbonates employés sans une grande discrétion.

» Ceux-ci, en effet, en se dissociant presque instantanément dans le sol, comme l'a démontré M. Rommier, provoquent la dissolution et à l'occasion la perte d'une quantité d'humus qui va jusqu'à vingt fois le poids du sulfure alcalin mis en liberté.

» L'Académie apprendra avec satisfaction que ce savant, tournant cette perte à profit, va bientôt publier un travail dont les cultivateurs de vins *communs*, sans compromettre en rien la fertilité de leurs terrains, tireront certainement bon parti. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Démonstration, au moyen des fonctions elliptiques, d'un théorème dans la théorie de la libration de la Lune.* Note de M. **Hugo Gyldén.**

« Laplace a démontré, dans la *Mécanique céleste* (Ire Partie, Livre V, Ch. II), le théorème important que les deux moyens mouvements de la Lune, de rotation et de révolution, sont parfaitement égaux entre eux. Puis, l'illustre géomètre fait voir qu'il n'est point nécessaire, pour cette égalité parfaite, qu'à l'origine les deux mouvements aient été égaux ; il suffit qu'à cette origine la différence entre eux ait été comprise entre certaines limites.

» La démonstration de cette proposition exige l'intégration d'une équation différentielle de second ordre, intégration effectuée par l'auteur de la *Mécanique céleste* en supposant l'angle que fait le rayon vecteur et le premier axe principal très petits. Cette restriction n'étant pas dans l'état actuel de l'Analyse mathématique nécessaire, on me permettra de donner en quelques lignes une nouvelle démonstration du théorème dont j'ai parlé.

» Si l'on emploie les notations de M. Resal (*Traité élémentaire de Mécanique céleste*) et qu'on néglige les termes dépendant de l'excentricité de l'orbite lunaire, l'équation dont il s'agit est la suivante :

$$\frac{d^2\varepsilon}{dt^2} = -\frac{3}{2}n^2\frac{B-A}{C}\sin 2\varepsilon.$$

» En désignant par C une constante arbitraire, on en conclut

$$\frac{1}{2}\left(\frac{d\varepsilon}{dt}\right)^2 = C - \frac{3}{2}n^2\frac{B-A}{C}\sin\varepsilon^2,$$

d'où il résulte, si l'on pose $k^2 = \frac{3}{2}\frac{n^2}{C}\frac{B-A}{C}$,

$$\varepsilon = \mathrm{am}\sqrt{2c}(t-t_0)\ (\mathrm{mod.}\ k)$$
$$= \mathrm{am}\frac{n}{k}\sqrt{3\frac{B-A}{C}}(t-t_0).$$

» Si le module M est plus petit que l'unité, l'expression de ε renferme évidemment un terme qui est multiplié par le temps ; par conséquent, les deux moyens mouvements ne sont pas égaux. Dans le cas contraire, où $k > 1$, on voit facilement que le terme multiplié par le temps disparaît et que l'égalité entre les deux mouvements a lieu.

» En effet, au moyen de la formule de transformation

$$\operatorname{sn}\left(\frac{1}{k}u, k\right) = \frac{1}{k}\operatorname{sn}\left(u, \frac{1}{k}\right),$$

on conclut

$$\varepsilon = \arcsin\left\{\frac{1}{k}\sin\left[n\sqrt{3\frac{B-A}{C}}(t-t_0), \frac{1}{k}\right]\right\},$$

ce qui montre que ε est toujours compris entre les limites $+\arcsin\frac{1}{k}$ et $-\arcsin\frac{1}{k}$, même dans le cas où $k = 1$.

» Si l'on suppose que $\frac{1}{k}$ soit une quantité très petite et qu'on néglige les quantités de l'ordre $\frac{1}{k^3}$, on obtient immédiatement le résultat de Laplace, savoir :

$$\varepsilon = \frac{1}{k}\sin\left[n\sqrt{3\frac{B-A}{C}}(t-t_0)\right].$$

» Quant à la libration de la Lune, le résultat que nous venons d'indiquer est, on ne peut pas en douter, sans conséquences appréciables, mais on peut croire qu'en d'autres cas le module $\frac{1}{k}$ n'est pas parfaitement insensible. Il est même possible que certaines singularités dans le changement d'éclat des satellites de Jupiter soient dues aux termes sensibles de la fonction ε. »

PHYSIQUE. — *Notice sur la mesure des quantités d'électricité;* par M. G.-A. HIRN.

« Nous n'avons jusqu'ici aucune idée exacte et scientifique de la nature des impondérables de l'ancienne Physique, de la nature des forces en général. La Science ne nous offre à cet égard que des hypothèses gratuites, qui, pour la plupart, se réfutent les unes les autres : hypothèses dont fort heureusement le grand principe moderne de l'équivalence des forces est, quoi qu'on en puisse dire, absolument indépendant, auxquelles il est supérieur, auxquelles il s'impose comme épreuve critique. Le terme de *quantité*, lorsqu'il s'applique à la mesure de ces forces, prend un sens plus large, plus général, je dirai plus élevé, que celui qui s'attache aux mesures ordinaires. Toutefois, bien que par la nature même de ce qui est à mesurer nous ne puissions juger ici des quantités que par la grandeur de certains

effets, nous arrivons néanmoins à une idée correcte lorsque, parmi les effets d'une même force, nous avons soin de choisir ceux qui répondent réellement aux quantités en action et qui restent identiques à eux-mêmes lorsque les conditions où ils se produisent varient dans de certaines limites.

» Ces exigences sont parfaitement satisfaites en ce qui concerne la méthode et l'unité, choisies depuis longtemps par les physiciens, pour la mesure de la chaleur par exemple. Quoique les trois cinquièmes de la chaleur communiquée à l'eau soient employés en travail interne et que les deux cinquièmes seulement de cette chaleur soient employés à élever la température du liquide, la quantité totale de chaleur se mesure pourtant correctement d'après l'élévation de la température, parce que, aux environs de 0° et entre des limites assez étendues, le travail interne est presque le même pour chaque degré de différence, parce que, en d'autres termes, la capacité calorifique *vulgaire* de l'eau ne varie que fort peu entre 0° et 20°, et surtout enfin parce que, par suite de la constitution de l'eau, la chaleur que coûte le travail interne quand la température monte est toujours rendue presque intégralement quand la température revient à son point initial, quelles que soient les opérations par lesquelles nous fassions passer le liquide : ce qui est fort loin d'avoir lieu pour d'autres corps, pour les vapeurs par exemple.

» L'étude si féconde des lois de l'électrolyse a conduit, quant à l'électricité, à une méthode d'évaluation tout aussi rigoureuse. Quelque idée que nous nous fassions de l'affinité chimique, les effets de cette force peuvent se comparer à ceux de toute autre. Une combinaison ou une dissociation chimique suppose une résistance, un effort surmonté et un espace parcouru dans un sens ou dans le sens opposé par les atomes, suppose, en un mot, un travail positif ou négatif toujours identique. Pour dissocier les éléments d'un composé, il faut donc nécessairement toujours une même quantité de *force électrique* pour un même poids du corps, et cette quantité est, par suite, rigoureusement proportionnelle à ce poids. Le volume de gaz détonant dégagé par un voltamètre, par exemple, donne ainsi une mesure très correcte et toujours identique à elle-même des quantités d'électricité fournies par une source quelconque, pourvu qu'on ait soin d'annuler ou du moins de rendre toujours semblables les résistances accessoires du circuit.

» D'après les conclusions que Pouillet a tirées de ses beaux travaux, exécutés depuis longtemps déjà, il existerait encore une autre mesure tout aussi correcte et fidèle des quantités d'électricité : ce serait la déviation de

l'aiguille aimantée, dans la boussole des tangentes par exemple. D'après ce grand physicien, les quantités d'électricité qui passent en un temps donné par le cercle de cette boussole seraient toujours proportionnelles aux tangentes de l'angle de déviation, absolument comme elles le sont aux volumes de gaz donnés par le voltamètre. Je ne sais si les conclusions de Pouillet ont été admises par la généralité des physiciens. Dans le second Volume de mon dernier Ouvrage de Thermodynamique ([1]), j'ai montré, d'une part, qu'elles sont en opposition formelle avec les faits bien discutés; mais, d'autre part, j'ai montré aussi comment Pouillet a pu, presque légitimement, se tromper dans son énoncé. Je n'ai pas à revenir sur ce côté de la question. Tout récemment, un professeur distingué de l'Université de Bologne, M. Villari, a publié un beau Mémoire sur les effets calorifiques de l'étincelle des batteries de Leyde ([2]), à la suite duquel il formule plusieurs lois remarquables, qui concordent parfaitement avec le principe de l'équivalence des forces et qui, dans leur espèce, sont d'accord avec celles que j'ai indiquées quant à l'effet des courants continus. De ses expériences, conduites avec la plus grande sagacité et avec une méthode à l'abri de toute critique, M. Villari tire aussi cette conclusion que l'action exercée sur la boussole par le courant est proportionnelle aux *quantités* d'électricité. Je vais montrer que cette conclusion, au cas particulier dont il s'agit, est parfaitement correcte et qu'elle n'est nullement en opposition réelle avec celle, en apparence tout à fait contraire, que j'ai indiquée dans mon Ouvrage. Il est toutefois nécessaire que je commence par bien préciser les faits à discuter.

» Je suppose qu'on dispose : 1° d'un nombre n de voltamètres identiques sous tous les rapports; 2° d'une boussole de tangentes dont le conducteur, ainsi d'ailleurs que toutes les autres parties métalliques du circuit, ait une section telle qu'on puisse en considérer la résistance comme nulle; cette condition peut toujours être facilement remplie; 3° enfin d'une pile à courant constant, dont on puisse à volonté faire varier le nombre d'éléments en jeu. Commençons par faire passer par la boussole et par *un seul* voltamètre le courant d'un nombre réduit d'éléments. Soient t la tangente de l'angle de déviation indiqué et v le volume de gaz dégagé par unité de temps. Ajoutons maintenant successivement 1, 2, 3, ..., n voltamètres; mais ayons soin d'ajouter à chaque fois à la pile le nombre d'éléments

---

([1]) *Exposition analytique et expérimentale de la Théorie mécanique de la chaleur*, t. II, p. 365-401.

([2]) *Intorno alle leggi termiche e galvanometriche della scintilla elettrica*, del prof. Emilio Villari (Bologna, 1879).

nécessaires pour que de chaque voltamètre ajouté il se dégage le même volume v de gaz par unité de temps. Par suite des conditions indiquées ici, il est de toute évidence que les quantités d'électricité qui passent par le cercle de la boussole croissent elles-mêmes successivement comme le travail chimique exécuté et deviennent 1, 2, 3, ..., n, et il est tout aussi clair que, si les tangentes étaient réellement proportionnelles aux quantités d'électricité, leurs valeurs croîtraient de même comme les nombres 1, 2, 3, ..., n. Or c'est ce qui n'a nullement lieu. Fort loin de croître, la tangente initiale t reste *invariable*. Il semble donc que, au rebours de la conclusion formulée jadis par Pouillet, les quantités d'électricité n'aient rien de commun avec la déviation de l'aiguille aimantée. Cette assertion ne serait pourtant pas exacte non plus, et il est facile de reconnaître ce qui en est réellement. Pour chaque voltamètre ajouté à notre appareil, le travail mécanique à exécuter s'accroît d'une même valeur; la résistance à surmonter s'accroît donc absolument de la même manière : pour y faire équilibre, nous sommes obligés d'augmenter le nombre d'éléments en action, c'est-à-dire de faire croître la tension de l'électricité sur le circuit métallique. Il résulte de là que la *densité*, que la *quantité* à chaque instant *présente* sur toute l'étendue du cercle de la boussole croît elle-même comme la résistance, et que par conséquent la *vitesse*, au contraire, reste constante. Dans les conditions particulières indiquées ici, les tangentes des angles de déviation sont donc proportionnelles aux vitesses et non aux quantités d'électricité. A peine ai-je besoin de dire que je ne me sers des expressions de *densité*, de *vitesse*, de *quantités présentes*, que comme images représentatives, et qu'ainsi comprises ces expressions restent correctes en toute hypothèse sur la nature de l'électricité. Si je n'emploie pas, comme le font beaucoup de personnes, certains termes nouveaux, et d'ailleurs très bien appropriés, admis dans la théorie mathématique de l'électricité, c'est parce que ces termes, séparés des expressions mathématiques auxquelles ils correspondent, perdent leur sens réel et n'ont plus de signification précise dans notre esprit.

» M. Villari, ai-je dit, a démontré que l'action de l'étincelle des batteries de Leyde sur l'aiguille aimantée est proportionnelle aux quantités accumulées. Il est maintenant facile de reconnaître que cet énoncé, très juste, n'est nullement contraire à celui que je viens de donner. Lorsqu'un courant continu et constant passe par le cercle de la boussole, la position *stable* au bout d'un certain nombre d'oscillations que prend l'aiguille répond à un état d'équilibre *stable* aussi entre la somme des forces qui tendent à changer la direction de la boussole et celle des forces qui tendent

à la ramener à sa position initiale. Il en est tout autrement quand au courant continu de la pile nous substituons celui de la décharge d'une bouteille de Leyde. Quelle que soit en ce cas la quantité accumulée, et quelque faible que soit la tension, la durée du courant est toujours *extrêmement petite*, et pendant cette durée l'aiguille ne se déplace qu'extrêmement peu. Le déplacement entier est dû ici à une impulsion en quelque sorte *instantanée*. La déviation maxima cesse donc d'être fonction de ce que, par image, j'ai appelé la *vitesse;* elle ne peut plus être fonction que des *quantités* qui passent par le conducteur en un temps dont la grandeur est relativement nulle. Loin d'être en opposition avec les faits que j'ai cités plus haut et avec la conclusion qui en découle d'elle-même, la loi posée par M. Villari est en pleine harmonie avec eux. J'avais pensé un instant qu'en faisant passer la décharge de la batterie par un conducteur *imparfait* (eau acidulée) d'une certaine étendue, qu'en *augmentant* ainsi la *durée* du courant, on s'approcherait, en un sens, des effets de la pile. Avec la plus extrême complaisance, M. Villari a exécuté cette expérience à l'aide de son bel appareil; mais, comme j'eusse dû m'y attendre d'ailleurs, les résultats ont été identiquement les mêmes que ceux qu'il avait obtenus sans l'interposition de l'eau. Il n'en pouvait, en effet, être autrement : bien que la durée du courant soit augmentée considérablement par cette interposition, elle est pourtant toujours tellement courte, que l'aiguille ne se déplace pour ainsi dire point pendant son existence, et la déviation est encore due à une impulsion unique, dont l'énergie reste dès lors proportionnelle à la grandeur de la charge.

» Je ne veux pas terminer cette Notice sans exprimer le vœu que le remarquable travail du physicien de Bologne soit bientôt donné *in extenso* dans une de nos grandes publications scientifiques françaises. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Des mouvements périodiques du sol accusés par des niveaux à bulle d'air.* Note de M. **Ph. Plantamour.**

« J'ai commencé, le 1er octobre 1878, une nouvelle série d'observations sur le déplacement de la bulle des niveaux à bulle d'air, et l'ai continuée sans interruption pendant une année entière, soit jusqu'au 30 septembre 1879; je la poursuis même encore. Ce sont les résultats obtenus, pendant l'année finissant à cette dernière date, que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Les niveaux perfectionnés, qui ont été décrits au printemps de 1878, ont été installés dans ma cave, à Sécheron, avec toutes les précautions voulues; ils sont supportés par des pieds spéciaux, très bien établis par la Société genevoise pour la construction d'instruments de Physique. L'un des niveaux a été orienté de l'est à l'ouest, l'autre du sud au nord. Les observations ont été faites cinq fois par jour, à 9^h du matin, à midi, à 3^h, 6^h et 9^h du soir. Je prenais, pour la cote du jour, la moyenne des cinq observations.

» Pendant les deux premiers mois d'octobre et de novembre, le côté de l'est, non toutefois sans quelques légers retours à l'ouest, s'est abaissé d'une manière continue, ce qui était précisément l'opposé de ce qui avait eu lieu au printemps de 1878. Il devenait donc manifeste que le côté de l'est s'abaissait à mesure que la température extérieure s'abaissait aussi. Pour me rendre compte de cette coïncidence, j'ai tracé la courbe des températures moyennes des vingt-quatre heures, relevées sur le registre de l'Observatoire de Genève, et l'ai mise en regard de la courbe résultant des positions moyennes de la bulle pour chaque jour. Le parallélisme des deux courbes, si l'on peut s'exprimer ainsi, ressort avec évidence; mais l'on remarque un petit retard, de un à quatre jours environ, dans les mouvements de la bulle à l'égard des variations de la température moyenne. Ce parallélisme a continué à se manifester assez exactement jusqu'à la fin de juin ; à partir de cette époque, l'est s'est élevé, jusqu'au commencement de septembre, dans une proportion beaucoup plus grande que la température extérieure. Il faut faire remarquer ici que le mois de juillet a été très pluvieux à Genève et relativement froid ; la chaleur accumulée dans le sol, pendant le mois de juin, a donc surmonté l'abaissement relatif de la températre pendant le mois de juillet, et a déterminé une élévation continue de l'est; le mois le plus chaud de l'année a été le mois d'août, et le maximum des températures moyennes des vingt-quatre heures de l'année s'est présenté le 3 de ce mois. Mais, tandis que la température a commencé à s'abaisser dès le 5 août, l'est a continué à s'élever jusqu'au 8 septembre, jour auquel il a atteint le maximum d'élévation de l'année. Ceci démontre un assez grand retard à l'égard de l'effet de la température, retard dû probablement, comme je l'ai signalé plus haut, à la chaleur accumulée dans le sol.

» Les lignes horizontales de la figure dont j'ai l'honneur de transmettre un exemplaire à l'Académie sont à une distance de $2^{mm},5$ les unes des autres, représentant 1^{mm} de déplacement de la bulle, lequel correspond, pour la courbe de l'est, à une inclinaison de $0'',537$, et pour la courbe du sud à $0'',415$. Cette même différence dans les ordonnées

correspond à 1° C. pour la courbe des températures moyennes. La différence entre deux abscisses représente un jour. La ligne renforcée entre les mots *est* et les mots *sud* accompagnés d'un zéro indique la position initiale le 1er octobre (le 23 décembre pour le sud), le milieu de la bulle se trouvant ce jour-là au milieu du niveau, et au zéro de l'échelle graduée dont il est muni.

» On voit, d'après cela, que l'amplitude totale de l'oscillation du sol de l'est à l'ouest, pendant l'année, est donnée en ajoutant le plus grand abaissement de l'est, de $32^{mm},8$ le 15 janvier, au maximum d'élévation, de $19^{mm},5$ le 8 septembre, soit $52^{mm},3$, ou $28^{s},08$.

» Outre le mouvement annuel, il se présente le plus souvent un mouvement diurne, dont l'amplitude a atteint, le 5 septembre, $3'',2$; mais, généralement, cette amplitude varie, quand le mouvement diurne a lieu, de moins d'une seconde à une ou deux secondes, cas déjà rare. Le mouvement diurne éprouve aussi, à l'égard de la température, un petit retard de quelques heures. Quand on applique, au mouvement diurne moyen de chaque mois, qui résulte des cinq observations, la formule de Bessel pour les phénomènes périodiques, en vue de déterminer les valeurs qui correspondent aux trois époques, minuit, 3^h et 6^h du matin, auxquelles il n'a pas été fait d'observations, on trouve, entre le résultat du calcul et les observations, un accord très satisfaisant, l'écart variant entre $0''$ et $0'',1$ seulement. Il résulte de ces calculs que le minimum tombe généralement entre 6^h et 7^h45^m du matin, et le maximum à douze heures de distance, entre 6^h et 7^h45^m du soir.

» Dans la direction du méridien, les mouvements du sol sont beaucoup plus faibles. L'amplitude totale de l'année n'a été que de $4'',89$. Comme on peut le voir dans la courbe du sud, au bas de la figure, ces mouvements présentent, relativement aux mouvements dans le sens du parallèle, une étrange anomalie : tandis qu'à partir du 23 décembre 1878, époque à laquelle les observations ont commencé dans cette direction, jusqu'à la fin d'avril, la courbe suit les variations de la température extérieure, dès le commencement de mai, elle s'abaisse lentement, mais graduellement; la courbe de l'est et celle des températures s'élèvent, au contraire, rapidement. On remarque, en outre, à partir de cette même époque, que les mouvements brusques qui interviennent dans le mouvement continu, et qui sont occasionnés par des variations considérables dans la température extérieure, se présentent dans la courbe du sud dans le sens opposé à celui que présentent les oscillations correspondantes de la courbe de l'est. La cause qui produit cette anomalie n'a pas encore été reconnue.

» Dans le sens du méridien, les mouvements diurnes sont très rares, irréguliers et toujours très faibles : le niveau en accuse parfois, quand il n'y en a point de l'est à l'ouest, et inversement, quand ces derniers sont très prononcés, on n'en aperçoit que très rarement du sud au nord.

» Ces observations prouvent qu'à Sécheron il se produit des mouvements d'élévation et d'abaissement du sol qui sont périodiques, et qui, d'une manière générale, paraissent déterminés par la température extérieure.

» Il est très probable, d'après cela, que la configuration, et peut-être aussi la nature du terrain, doivent influer sur l'intensité de ces mouvements. Ainsi, dans la séance du 4 novembre 1878, M. l'amiral Mouchez a communiqué à l'Académie que les observations faites pendant une année (1856) avec le niveau de la lunette de Gambey n'avaient accusé aucun mouvement du sol. D'autre part, à l'Observatoire de Genève, on a constaté un faible mouvement annuel dans le sens du parallèle; à l'Observatoire de Neuchâtel, M. le professeur Hirsch, à la suite d'observations prolongées pendant plusieurs années, a constaté un mouvement annuel de l'est à l'ouest, dont l'amplitude est de 23″, plus un mouvement azimutal de 75″, mouvements qu'il attribue à une action thermique; enfin des observations faites cet été avec le niveau à bulle d'air de la lunette méridienne, à l'Observatoire de Berne, ont accusé un mouvement diurne assez prononcé. »

GÉOGRAPHIE. — *Établissement de stations scientifiques et hospitalières dans l'Afrique équatoriale.* Note de **M. de Lesseps.**

« Le Comité français de l'Association africaine, que j'ai l'honneur de présider, vient de décider l'établissement de stations scientifiques et hospitalières dans l'Afrique équatoriale, ayant pour points de départ, sur la côte orientale, les États du sultan de Zanzibar, et, sur la côte occidentale, notre colonie du Gabon. Ce résultat a été obtenu par une allocation de 100 000fr, que les Chambres ont bien voulu nous accorder, et par les fonds de notre Comité.

» Je me suis assuré, auprès de l'honorable amiral Jauréguiberry, Ministre de la Marine, que M. Savorgnan de Brazza, chef de la station occidentale, et son compagnon, M. le Dr Ballay, trouveront toute l'assistance nécessaire de la part du Gouvernement et des autorités du Gabon, sur tout le cours de l'*Ogowé* et au delà.

» Le chef de la station de la partie orientale sera également un marin, dont M. Rabaud, représentant du sultan de Zanzibar en France et président de la Société de Géographie de Marseille, a déjà préparé l'installation.

» Mon départ pour l'Amérique devant avoir lieu cette semaine, je ne suis pas en mesure de présenter le Rapport de M. le commandant Roudaire sur ses travaux dans les chotts de la Tunisie et de l'Algérie.

» Ces travaux étant considérables, et M. Roudaire seul à les coordonner, il n'est pas encore prêt à les soumettre à l'Académie. Il s'empressera, dès qu'ils seront terminés, de les remettre à l'un des membres de la Commission déjà nommée par l'Académie. »

MÉMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Jonction astronomique de l'Algérie avec l'Espagne, opération internationale exécutée sous la direction de MM. le général* Ibañez *et le commandant* Perrier. Note de M. **Perrier**.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

« L'invention de la télégraphie électrique a donné un grand essor à une classe importante d'opérations de Géodésie astronomique, celle qui a pour but la détermination des longitudes. Aujourd'hui, les capitales de l'Europe, les observatoires, ainsi que les stations principales, sont reliés par des opérations pareilles qui couvrent notre continent comme d'une vaste toile astronomique superposée au réseau des triangles. Chaque point pouvant être déterminé de deux manières, directement dans le ciel par sa longitude et sa latitude, et aussi par le calcul de ses coordonnées géodésiques, on comprend que la comparaison des deux résultats peut conduire à des notions précises sur la figure géométrique de la Terre et sur les irrégularités de sa surface.

» Pour transmettre l'heure à distance, les géodésiens ont d'abord employé les éclairs presque instantanés, produits, pendant la nuit, par l'inflammation de quelques hectogrammes de poudre ou l'épanouissement moins subit d'une gerbe de hautes fusées. Puis on a proposé, mais sans jamais les appliquer, les signaux solaires de Gauss et même les réverbères. Dans ces dernières années, le colonel Laussedat a proposé d'utiliser dans ce but les appareils imaginés en France pour les besoins de la télégraphie optique, et, tout récemment, M. Liais a montré que les signaux produits devaient être rythmés pour être observés avec une grande précision.

» Lorsque la jonction de l'Espagne avec l'Algérie fut décidée, nous fûmes frappés de l'intérêt qu'il y aurait à compléter l'opération purement géodé-

sique en reliant entre eux les réseaux astronomiques des deux pays. Nous avions déjà un grand polygone de longitudes comprenant Alger, Marseille, Paris et Madrid; pourquoi ne tenterions-nous pas de le fermer, en lui faisant passer la mer, ainsi qu'à nos triangles? Il n'y a pas de câble sous-marin entre l'Algérie et l'Espagne, mais nous pourrions peut-être y suppléer par des signaux lumineux que nous avions déjà tout organisés pour nos triangles.

» Malgré l'importance extrême de la première opération, nous avons tenu presque autant à la partie astronomique et nous n'avons pas hésité à prolonger nos travaux de plusieurs semaines, malgré des difficultés dont on se fera une idée en se rappelant les catastrophes atmosphériques qui sont venues fondre sur l'Espagne dans ces derniers temps. C'est au milieu de tempêtes presque continuelles que M. Merino, astronome espagnol, et son assistant, M. l'ingénieur Esteban, ont opéré dans cette province si éprouvée de Murcie, sur le sommet du Tetica, à 2040^{m} d'altitude, tandis que je continuais à occuper la station de M'Sabiha avec le capitaine Defforges. Les deux stations avaient été converties en véritables observatoires pourvus d'instruments et d'appareils identiques.

» Chaque soir, Tetica, par exemple, nous envoyait des signaux lumineux rythmés avec son projecteur de lumière électrique; ces signaux étaient enregistrés automatiquement sur place, en même temps que les secondes de la pendule. Je les observais à M'Sabiha en les enregistrant sur le chronographe, comme des passages d'étoiles.

» De là résultait la comparaison des heures locales des deux stations, qui eût été parfaite sans autre précaution, s'il n'eût pas fallu tenir compte des petits défauts inhérents à chaque observateur. Comme dans les passages d'étoiles, l'observateur intervient ici comme un instrument de mesure, c'est-à-dire affecté des erreurs constantes de cet instrument.

» Mais nous avions d'avance déterminé à Paris la différence de nos erreurs personnelles, en observant à la fois des signaux lumineux tout semblables qui se produisaient à Montlhéry, avec les mêmes appareils qui devaient nous servir sur le terrain; nous avions étudié dans tous ses détails le genre de signaux qu'il fallait échanger et reconnu que, même en adoptant les signaux rythmés, l'erreur personnelle subsiste. Elle est, il est vrai, moins variable que celle qui se manifeste dans l'observation des passages, mais peut, comme celle-ci, atteindre un ou plusieurs dixièmes de seconde; entre M. Merino et moi, elle s'élève à $0^{s},124$. Nos expériences nous ont aussi montré qu'il est préférable d'observer les éclipses de lumière et non pas les apparitions:

j'attribue ce fait à ce que, même avec des signaux rythmés, l'apparition d'un signal cause toujours quelque surprise. Enfin, le rythme qui semble le mieux convenir consiste à espacer les éclipses de deux en deux secondes, la durée des éclipses et celle des apparitions successives étant la même et égale à une seconde de temps. Ces essais préalables ont duré plusieurs semaines et l'équation personnelle des observateurs n'a varié dans cet intervalle qu'entre des limites très rapprochées ($0^s,108$ et $0^s,149$), de sorte que nous pouvons admettre qu'elle est déterminée à moins d'un centième de seconde de temps, et, par suite, disparaît à peu près complètement de nos résultats.

» A chaque station, l'heure était déterminée par les observations d'étoiles, une soirée complète comprenant quatre circompolaires et cinquante étoiles horaires dans quatre positions successives du cercle; enfin nous échangions les signaux lumineux à l'aide d'un collimateur spécial du système Mangin et d'une lampe électrique à crayons inclinés sur l'axe et se réglant à la main. Ces signaux, au nombre de six cent quarante par soirée, se répartissaient en seize séries, et émanaient, par série, tantôt de M'Sabiha, tantôt de Tetica.

» Les opérations ont duré du 5 octobre au 16 novembre, et dans la même période nous échangions, avec le capitaine Bassot qui occupait la station d'Alger, des signaux électriques par le télégraphe, pour déterminer aussi la différence de longitude entre M'Sabiha et Alger.

» Il y a, dans notre opération, deux points que je signale à l'attention de l'Académie : d'abord l'étude pratique et la première application sur le terrain de moyens entièrement nouveaux pour opérer la transmission de l'heure et déterminer les différences de longitude de deux points distants de près de 70 lieues. Ces moyens, sur lesquels je ne crois pas pouvoir insister pour des raisons que chacun comprendra, ont pleinement réussi; leur puissance est telle qu'elle s'étendrait aisément à plus de 500^{km}. Le second point non moins acquis, c'est la fermeture d'un vaste polygone de longitudes dont le périmètre comprend des fils aériens, un câble sous-marin et, en guise de fil, entre M'Sabiha et Tetica, une sorte de sillon lumineux qui unit ces deux points par-dessus la Méditerranée. Ces déterminations sont d'une grande importance pour l'étude mathématique de notre globe; la science les emploiera avec d'autant plus de confiance qu'elles seront contrôlées les unes par les autres, par la fermeture du polygone, indépendamment de toute théorie. M. Merino a déterminé aussi la latitude et un azimut. J'ai mesuré un azimut et laissé à l'un de mes vaillants colla-

borateurs, le capitaine Defforges, le soin de mesurer la latitude de M'Sabiha. Les uns et les autres, nous n'avons quitté notre poste qu'après avoir fait toutes les observations nécessaires pour que notre opération ne laissât rien à désirer.

» Que l'Académie me permette de réparer un oubli de ma précédente lecture en lui donnant les noms des officiers espagnols et français qui ont si dignement secondé nos efforts : à Mulhacen, MM. les capitaines Borres et Cebrian; à Tetica, M. le capitaine Piñal; à Filhaoussen, M. le capitaine du génie Sever; à M'Sabiha, MM. les capitaines d'état-major Defforges et Derrien. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Note rectificative de l'opinion émise par M.* **Viallanes**, *au sujet des taches phylloxériques des environs de Dijon.*

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« M. Laguesse, directeur du Jardin botanique de Dijon, et M. Weber, jardinier en chef, adressent à l'Académie une Lettre de M. Viallanes, par laquelle il reconnaît :

» Que les taches phylloxériques des environs de Dijon n'ont pas eu pour point de départ celles du Jardin botanique ;

» Que l'opinion qu'il émettait à ce sujet dans sa Lettre, insérée dans le numéro des *Comptes rendus* du 14 juillet dernier, n'était pas basée sur un ensemble de faits suffisants pour permettre qu'elle fût affirmative ;

» Qu'il vient de lui être prouvé que les plants introduits au Jardin botanique sortaient d'un établissement viticole qui n'est pas encore atteint par le Phylloxera ;

» Que c'est donc à tort qu'il avait cru pouvoir affirmer que l'origine du foyer phylloxérique du Jardin botanique n'était pas douteuse, et qu'ainsi tombe la présomption de l'infection, par le Jardin botanique, des vignes du chemin de Chenôve et de celles de la commune de Norgas.

» M. Viallanes renouvelle son regret que cette lettre, qu'il regardait comme confidentielle, ait pu être considérée comme un Rapport destiné à la publicité. »

M. **L. Pagel** adresse un complément à son Mémoire intitulé « Formules exactes d'interpolation ».

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. **Ed. Lamarre** adresse, de Cherbourg, la description d'un phénomène électrique observé par lui, le 20 novembre, pendant une chute de neige.

« Le vent soufflant d'est-sud-est, le temps étant très couvert, le thermomètre marquant 1° au-dessous de zéro, l'auteur a constaté, au commencement d'une violente tourmente de neige, de petites aigrettes lumineuses à l'extrémité de chacune des branches de fer du parapluie sous lequel il s'abritait. Le phénomène était accompagné d'un bruissement semblable au bourdonnement d'un insecte. Lorsqu'il approchait, de l'une de ces extrémités, la main dégantée, il ressentait une petite commotion dans les deux premières phalanges, et la lumière disparaissait. L'expérience put être répétée plusieurs fois, et le phénomène dura quatre à cinq minutes, jusqu'au moment où le parapluie fut couvert d'une mince couche de neige. »

(Renvoi à l'examen de M. Edm. Becquerel.)

M. **F. Ricard** adresse une Note concernant la constitution des accords du piano et leur ordre dans la résolution harmonique.

(Renvoi à l'examen de M. A. Cornu.)

CORRESPONDANCE.

M. **Ph. Hatt** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Géographie et Navigation.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume intitulé : « Note du directeur des travaux de Paris sur la situation du service des eaux et égouts et sur les mesures à proposer au Conseil municipal »;

2° Un Volume des « Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Cadix ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage portant pour titre : « His-

toire de la machine à vapeur », par M. *Thurston*, professeur de Mécanique à l'Institut polytechnique de Stevens, près New-York, revue et annotée par M. *Hirsch*. (Présenté par M. Rolland.)

M. **Rolland** présente, à l'occasion de cet Ouvrage, les observations suivantes :

« Bien que des travaux d'un réel intérêt, concernant les progrès de l'emploi de la vapeur comme force motrice, aient vu le jour en France depuis un demi-siècle, on peut dire que nous en sommes encore à peu près réduits, pour l'histoire proprement dite de la machine à vapeur, à la Notice publiée par François Arago dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1829. La traduction de l'Ouvrage de M. Thurston, qui vient heureusement combler cette lacune, sera donc lue avec un réel intérêt, et il en sera de même de l'introduction due au savant professeur de l'École des Ponts et Chaussées. Dans cette introduction, en effet, en donnant un résumé de la division de l'Ouvrage et des idées émises par l'auteur, M. Hirsch discute certaines de ses opinions, notamment en ce qui concerne Porta, à qui M. Thurston attribue la première idée d'élever l'eau par la pression de la vapeur, et Worcester, qu'il considère comme ayant établi la première machine à vapeur industrielle. M. Hirsch arrive, sur ces deux points, à une opinion conforme à celle d'Arago, et conclut que tout porte à croire que Savery le premier a appliqué industriellement les idées de Salomon de Caus, en construisant une machine à vapeur sans piston, fonctionnant pratiquement; que, de même, Newcomen a réussi à faire entrer dans la pratique la machine à piston de Papin, mais sans en modifier notablement l'idée essentielle. Il comble enfin une lacune importante de l'Ouvrage traduit, en signalant les documents retrouvés et communiqués à l'Académie des Sciences, le 30 novembre 1878, par M. H. Carnot, documents qui montrent bien que Sadi Carnot, l'illustre précurseur de la Théorie mécanique de la chaleur, avait formulé de la manière la plus positive l'identité de la chaleur et de la puissance motrice. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des courbes et des surfaces de deux systèmes qui ont entre elles des contacts doubles ou stationnaires*. Note de M. **H.-G. Zeuthen**, présentée par M. Chasles.

« La réduction d'une courbe plane à une droite multiple, dont nous avons fait usage dans une Communication précédente, est applicable aussi

à un système simplement infini de courbes, seulement avec une légère modification.

» Nous représenterons l'ordre et la classe des courbes du système par les mêmes notations n et n' qui appartenaient, dans la précédente Communication, à la courbe fixe, et nous désignerons les caractéristiques du système par μ et μ', les ordres des lieux de leurs points doubles et stationnaires par b et c; b' et c' ont les significations corrélatives.

» En général, une courbe du système se réduira par notre transformation homologique à une droite n triple douée de n' sommets, soumis à $n'-1$ conditions telles, qu'il en existe μ' groupes contenant un sommet donné. Seulement chacune des μ courbes passant par le centre d'homologie et une infinité de courbes infiniment voisines d'elle se réduiront à des courbes composées d'une droite $n-1$ triple fixe et d'une droite simple passant par un point fixe de la droite multiple; ce point d'intersection sera un sommet double, et les courbes ont encore, sur la droite multiple, $n'-2$ sommets simples et fixes. Les lieux des points doubles et cuspidaux se réduiront à une droite b triple et une droite c triple, coïncidant avec l'axe d'homologie, et les enveloppes des tangentes doubles et stationnaires se réduiront à b' et c' points fixes de la même droite.

» Grâce à la décomposition du système, la détermination de ses courbes par des conditions données se réduit à la détermination de points d'une droite fixe, et de droites par des points fixes.

» La méthode que nous venons de décrire est très commode pour la détermination des courbes du système qui ont deux contacts simples ou un contact stationnaire avec des courbes d'un autre système. On trouve, en distinguant par les suffixes 1 et 2 les nombres qui ont rapport aux deux systèmes, l'expression suivante du nombre des couples de courbes des deux systèmes qui ont entre elles deux contacts simples :

$$(n'_1 n'_2 - 4)\mu_1\mu_2 + (n_1 - 1)(n'_2 - 1)\mu_1\mu'_2 + (n'_1 - 1)(n_2 - 1)\mu'_1\mu_2 \\ + (n_1 n_2 - 4)\mu'_1\mu'_2 + b_1\mu'_2 + b_2\mu'_1 + b'_1\mu_2 + b'_2\mu_1,$$

et l'expression suivante du nombre des couples de courbes des deux systèmes qui ont entre elles un contact stationnaire

$$3\mu_1\mu_2 + 3\mu'_1\mu'_2 + c_1\mu'_2 + c_2\mu'_1 + c'_1\mu_2 + c'_2\mu_1.$$

» On peut résoudre les problèmes analogues pour l'espace d'une manière analogue. Nous désignerons par n l'ordre d'une surface d'un système, par a son rang, par μ, ν et μ' les caractéristiques du système, par B et Γ les

ordres des lieux des courbes doubles et cuspidales des surfaces du système, et par Δ et E les ordres des complexes formés de leurs tangentes doubles et stationnaires. Nous formons les notations des nombres corrélatifs au moyen d'accents, et nous distinguons par les suffixes 1 et 2 les nombres appartenant à deux systèmes.

» Alors on trouve l'expression suivante du nombre des couples de surfaces de deux systèmes qui ont entre elles deux contacts simples :

$$\begin{aligned} & n'_1 n'_2 \mu_1 \mu_2 + (n_1 - 1)(n'_2 - 1)\mu_1 \mu'_2 + (n'_1 - 1)(n_2 - 1)\mu'_1 \mu_2 + n_1 n_2 \mu'_1 \mu'_2 \\ & \quad + (a_1 n'_2 - 4)\mu_1 \nu_2 + (n'_1 a_2 - 4)\nu_1 \mu_2 + (n_1 a_2 - 4)\nu_1 \mu'_2 \\ & \quad + (a_1 n_2 - 4)\mu'_1 \nu_2 + (a_1 - 1)(a_2 - 1)\nu_1 \nu_2 + \Delta_1 \nu_2 + \Delta_2 \nu_1 \\ & \quad + B_1 \mu'_2 + B_2 \mu'_1 + B'_1 \mu_2 + B'_2 \mu_1, \end{aligned}$$

et l'expression suivante du nombre des couples de surfaces des deux systèmes qui ont entre elles un contact stationnaire

$$\begin{aligned} & 3\mu_1 \nu_2 + 3\nu_1 \mu_2 + 3\nu_1 \mu'_2 + 3\mu'_1 \nu_2 + E_1 \nu_2 + E_2 \nu_1 \\ & \quad + \Gamma_1 \mu'_2 + \Gamma_2 \mu'_1 + \Gamma'_1 \mu_2 + \Gamma'_2 \mu_1. \text{ »} \end{aligned}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des séries relatives à la théorie des nombres.* Extrait d'une Lettre de M. **Lipschitz** à M. Hermite.

« Dans son Mémoire sur le nombre des nombres premiers inférieurs à une limite donnée, Riemann a fait usage, pour la réversion d'une relation importante, de la série (T), − 2, − 3, − 5, 6, − 7, ..., contenant tous les entiers qui ne sont divisibles par aucun carré, chacun pris avec le signe + ou −, selon qu'il résulte de la multiplication de facteurs premiers en nombre pair ou impair. Or, on peut employer cette même série pour la réversion de quelques relations d'un genre différent, d'où résultent des théorèmes que je vais vous indiquer. Mais permettez-moi d'appeler auparavant votre attention sur ce fait remarquable, qu'on peut, sans connaissance préalable des nombres premiers, par un procédé semblable au crible d'Eratosthènes, trouver successivement tous les termes de (T).

» Écrivez dans une première ligne horizontale les nombres naturels 1, 2, ..., mettez dans une seconde ligne horizontale le premier nombre qui surpasse l'unité, c'est-à-dire 2, pris avec le signe −, puis tous les multiples de − 2, de manière que chaque multiple soit placé sous le nombre égal de la première ligne, et ajoutez toutes les lignes verticales.

Vous formez ainsi une suite qui, après 1, a pour premier terme différent de zéro 3. Cela étant, commencez une troisième ligne horizontale par le nombre — 3, suivi de tous ses multiples, chacun placé sous le nombre égal de la seconde suite et ajoutez encore toutes les lignes verticales. Soit εk, ε étant $+1$ ou -1, le premier terme différent de zéro, après l'unité; vous poursuivrez en formant une nouvelle ligne horizontale composée des multiples successifs de $-\varepsilon k$ et en ajoutant toujours toutes les lignes verticales. En continuant ces opérations de proche en proche, de manière que chaque nouvelle ligne horizontale commence avec le nombre égal, mais de signe contraire, à celui qui fait suite à l'unité dans la ligne précédente, les premiers nombres de ces lignes horizontales vous donneront la série des nombres contenus dans (T).

» Voici maintenant les théorèmes que j'ai obtenus, et dans lesquels je désigne par [N] le plus grand nombre entier qui ne surpasse pas la quantité réelle et positive N.

» I. Pour toute quantité réelle et positive, non inférieure à l'unité, on a toujours l'équation

$$\left[\frac{\Omega}{1}\right]-\left[\frac{\Omega}{2}\right]-\left[\frac{\Omega}{3}\right]-\left[\frac{\Omega}{5}\right]+\left[\frac{\Omega}{6}\right]\mp\ldots=1.$$

» II. Soient $f(n)$ le nombre des diviseurs d'un entier n, $g(n)$ leur somme, $\varphi(n)$ le nombre des nombres premiers à n dans la série $1, 2, \ldots, n$, et $D(n)$ le nombre triangulaire $\frac{n^2+n}{2}$; si l'on fait

$$\begin{aligned}
f(1)+f(2)+\ldots+f(t)&=F(t),\\
g(1)+g(2)+\ldots+g(t)&=G(t),\\
\varphi(1)+\varphi(2)+\ldots+\varphi(t)&=\Phi(t),
\end{aligned}$$

on aura ces équations, où les termes du second membre doivent être continués jusqu'à ce que les arguments deviennent nuls :

$$(1)\qquad F(n)-F\left[\left(\frac{N}{2}\right)\right]-F\left[\left(\frac{N}{3}\right)\right]-F\left[\left(\frac{N}{5}\right)\right]\pm\ldots=n,$$

$$(2)\qquad G(n)-2G\left[\left(\frac{N}{2}\right)\right]-3G\left[\left(\frac{N}{3}\right)\right]-5G\left[\left(\frac{N}{5}\right)\right]\pm\ldots=n,$$

$$(3)\qquad D(n)-D\left[\left(\frac{N}{2}\right)\right]-D\left[\left(\frac{N}{3}\right)\right]-D\left[\left(\frac{N}{5}\right)\right]\pm\ldots=\Phi(n).$$

» Le théorème I se démontre en observant que, si l'on désigne par $\varepsilon(N)$

l'unité pour $N \geqq 1$, et zéro pour $N < 1$, on a

$$\varepsilon(\Omega) + \varepsilon\left(\frac{\Omega}{2}\right) + \varepsilon\left(\frac{\Omega}{3}\right) + \ldots = [\Omega],$$

les diviseurs de Ω étant la suite des nombres naturels, et les termes du premier membre devant être continués jusqu'à ce qu'ils s'évanouissent. La même opération, faite sur $\frac{\Omega}{2}, \frac{\Omega}{3}, \frac{\Omega}{5}, \ldots$, donne

$$\varepsilon\left(\frac{\Omega}{2}\right) + \varepsilon\left(\frac{\Omega}{4}\right) + \varepsilon\left(\frac{\Omega}{6}\right) + \ldots = \left[\frac{\Omega}{2}\right],$$
$$\varepsilon\left(\frac{\Omega}{3}\right) + \varepsilon\left(\frac{\Omega}{6}\right) + \varepsilon\left(\frac{\Omega}{9}\right) + \ldots = \left[\frac{\Omega}{3}\right],$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots,$$

et les propriétés des nombres de la série (T) permettent d'effectuer une élimination qui laisse dans le premier membre le seul terme $\varepsilon(\Omega)$, ce qui conduit au théorème I.

» Par un procédé tout à fait semblable, on parvient aux trois équations de II, en s'appuyant sur trois relations qu'a données Dirichlet dans son Mémoire sur la détermination des valeurs moyennes, à savoir :

(1) $$F(n) = \sum_1^n \left[\frac{n}{t}\right],$$

(2) $$G(n) = \sum_1^n t\left[\frac{n}{t}\right],$$

(3) $$D(n) = \sum_1^n \Phi(t). »$$

MÉCANIQUE. — *Sur un frein dynamométrique se réglant automatiquement.* Note de M. **Carpentier.**

« De tous les appareils destinés à mesurer le travail des machines motrices, le frein de Prony est certainement le plus simple; mais, en raison des variations incessantes du coefficient de frottement, cet appareil présente l'inconvénient d'exiger une surveillance continuelle; il oblige l'opérateur à modifier constamment la pression des mâchoires du frein sur l'arbre

moteur, de façon à établir un équilibre aussi stable et aussi régulier que possible.

» Pour parer à ces difficultés, qui causent parfois des erreurs assez grandes d'évaluation, j'ai imaginé la disposition automatique suivante :

» Deux poulies juxtaposées sont montées sur l'arbre du moteur à essayer. La première A est calée sur l'arbre et se trouve, par conséquent, entraînée dans le mouvement de rotation. La seconde poulie B est folle. Une corde très flexible, portant un poids p, est fixée à la jante de la poulie B et s'enroule sur la poulie A; une autre corde, portant un poids P, est enroulée sur la poulie folle B, à laquelle elle est attachée sur un des points de la circonférence.

» L'enroulement des deux cordes est disposé, sur chacune des poulies, en sens inverse, et de telle sorte que si, par exemple, le mouvement de rotation de l'arbre moteur a lieu de gauche à droite, le poids p, suspendu à la corde passant sur la poulie calée A, se trouve à la droite de l'opérateur, et le poids P, attaché à la poulie folle B, à sa gauche.

» On peut concevoir maintenant le fonctionnement de l'appareil.

» Si le frottement augmente, la poulie calée A tend à entraîner la poulie folle B et fait diminuer l'arc d'enroulement de la corde portant le poids p; mais cet entraînement de la poulie B force simultanément la corde qui soutient le poids P à s'enrouler davantage sur ladite poulie B, jusqu'à ce que la résistance opposée fasse équilibre à l'augmentation de frottement produite. Si, au contraire, le frottement vient à diminuer, le phénomène inverse se produit : la poulie A enroule davantage la corde du poids p et, par suite, fait diminuer l'arc d'enroulement de la corde du poids P.

» Cette disposition obvie donc bien automatiquement à toutes les variations de frottement qui peuvent se présenter, et permet de déterminer, avec la plus grande exactitude possible, la valeur du travail développé sur l'arbre moteur.

» Un calcul très simple fait connaître cette valeur.

» Si les poulies sont d'égal diamètre, le travail est donné par la formule

$$T = (P - p)ln,$$

dans laquelle T représente le travail dans l'unité de temps, P le poids accroché au brin de la poulie folle B, p le poids accroché au brin de la poulie calée A, l la circonférence de la poulie, n le nombre de tours dans l'unité de temps. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation de l'acide phosphorique du sesquioxyde de fer et de l'alumine.* Note de M. **P. Derome**, présentée par M. H. Mangon.

« La séparation de l'acide phosphorique combiné avec le sesquioxyde de fer et l'alumine s'effectue d'une façon très satisfaisante par la méthode suivante.

» La matière, additionnée de cinq à six fois son poids de sulfate de soude sec, est fortement chauffée pendant huit à dix minutes sur le soufflet d'émailleur; après refroidissement, la masse est traitée par l'eau, qui dissout le sulfate de soude en excès et l'acide phosphorique à l'état de phosphate tribasique de soude.

» Le dosage de l'acide phosphorique dans cette liqueur peut se faire, soit au moyen d'une liqueur titrée d'urane, soit par précipitation de l'acide phosphorique à l'état de phosphate d'argent, ou de phosphate ammoniacomagnésien.

» Cette méthode peut s'appliquer au dosage de l'acide phosphorique dans les terres, les minerais de fer, et généralement dans toute matière renfermant peu d'acide phosphorique en présence de beaucoup de fer et d'alumine.

» Dans les terres, l'acide phosphorique se trouve toujours en faible quantité relativement aux sesquioxydes. Il suffit donc, après élimination de la silice et du résidu insoluble dans les acides, de rechercher l'acide phosphorique dans le précipité de sesquioxyde de fer et d'alumine obtenu, à chaud, dans une liqueur presque neutre, en présence d'acétate de soude.

» Si une terre très calcaire renfermait une quantité insuffisante de sesquioxyde pour la précipitation complète de l'acide phosphorique, l'addition d'un petit excès de sesquioxyde de fer pourrait se faire sans inconvénient; la richesse du précipité en acide phosphorique indique d'ailleurs d'une façon certaine si les sesquioxydes sont en quantité suffisante.

» Les essais synthétiques ont donné, entre autres, les résultats suivants, qui suffiront à faire apprécier la méthode dont il s'agit.

		PhO^5	
Fe^2O^3 introduit.	Al^2O^3 introduit.	introduit.	trouvé.
0,308	0,108	0,025	0,0249
0,195	0,300	0,010	0,010
0,195	0,300	0,040	0,040

Fe^2O^3 introduit.	Al^2O^3 introduit.	PhO^5 introduit.	PhO^5 trouvé.
0,310	0,115	0,125	0,1247
0,110	0,300	0,125	0,125
0,310	0,115	0,005	0,005
0,110	0,300	0,005	0,005 »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la constitution de la corne de cerf.* Note de M. A. **Bleunard.**

« J'ai appliqué, à la corne de cerf débarrassée de ses sels minéraux et des matières grasses, la méthode inaugurée par M. Schützenberger pour les matières albuminoïdes.

» 50gr de corne purifiée ont été mis en digestion dans un autoclave, avec 150gr d'hydrate de baryte. Le tout a été chauffé à 150° pendant quarante-huit heures. Il s'est produit, comme cela a lieu pour l'albumine, de l'ammoniaque, de l'acétate, de l'oxalate et du carbonate de baryte, et enfin d'autres corps dont le mélange est désigné sous le nom de *résidu fixe.* J'ai cherché à établir une relation simple entre le produit initial d'une part et ses produits de décomposition de l'autre.

» J'ai d'abord fait l'analyse élémentaire de la corne de cerf purifiée. Les nombres trouvés, calculés en centièmes après correction des cendres, donnent :

Carbone.	45,03	»	»	44,9	»	»
Hydrogène.	7,3	»	»	7,0	»	»
Azote.	»	16,01	»	»	15,5	»
Oxygène	»	»	»	»	»	»
Cendres.	»	»	2,4	»	»	2,3

» 100gr de corne purifiée traités par la baryte ont donné :

	gr
Ammoniaque.	2,7
Acide carbonique	3,0
Acide oxalique	3,2
Acide acétique.	1,2

» L'analyse du résidu fixe, dont le poids est de 95gr pour 100gr de corne purifiée, a donné :

Carbone.	44,8	»	»	44,5	»
Hydrogène	7,5	»	»	7,45	»
Azote.	»	13,9	»	»	13,8
Oxygène	»	»	»	»	»
Cendres.	»	»	0,37	»	»

» Tous ces résultats peuvent se traduire en abrégé par l'équation suivante :

$$C^{158}H^{302}Az^{47}O^{86} + 13H^2O = 7AzH^3 + 3CO^2 + C^2H^4O^2 + 1,5C^2H^2O^4 + C^{150}H^{300}Az^{40}O^{85} \quad (^1).$$

Or, si nous comparons cette équation à l'équation suivante, relative à l'albumine du blanc d'œuf coagulée, et établie par M. Schützenberger (formule réduite à la forme de celle que nous avons écrite pour la corne de cerf),

$$C^{192}H^{309}Az^{53}O^{60} + 48H^2O = 13AzH^3 + 3C^2H^2O^4 + 3CO^2 + 3C^2H^4O^2 + C^{177}H^{348}Az^{40}O^{84},$$

nous pouvons déduire les faits suivants :

» 1° La corne de cerf est un homologue inférieur de l'albumine coagulée de l'œuf. Car, en ne considérant que les résidus fixes, ceux-ci rentrent dans la formule générale

$$C^n H^{n2} Az^2 O^4,$$

avec $n = 9$ pour l'albumine et $n = 7,5$ pour la corne de cerf.

» 2° La corne de cerf est plus hydratée que l'albumine, car, pour se transformer en matières amidées, elle exige proportionnellement moins d'eau que l'albumine.

» 3° Enfin, nous retrouvons les deux relations signalées par M. Schützenberger; chaque molécule d'acide carbonique et d'acide oxalique correspond sensiblement à 2 molécules d'ammoniaque, et les acides acétique et oxalique sont sensiblement aussi en quantités équivalentes (²). »

(¹) D'après cette équation, la corne de cerf purifiée $C^{158}H^{302}Az^{47}O^{86}$ donne, en centièmes; C, 44,8; H, 7,1; Az, 15,5.

Le résidu fixe $C^{150}H^{300}Az^{40}O^{85}$, dont le poids est de 94,9 pour 100, donne : C, 44,8: H, 7,4; Az, 13,9.

On a enfin, en centièmes : acide carbonique, 3,1; acide oxalique, 3,4; acide acétique, 1,4; ammoniaque, 2,8.

En donnant à la corne de cerf purifiée la formule citée plus haut, et faisant abstraction du soufre, nous ne prétendons pas fixer à 4232 l'équivalent de cette matière albuminoïde; nous n'avons voulu qu'établir une équation qui résume les nombres fournis par l'analyse.

(²) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

CHIMIE AGRICOLE. — *Dosage du chlore dans différentes graines et plantes fourragères.* Note de M. R. Nolte, présentée par M. Boussingault.

« On sait que les végétaux contiennent, parmi leurs matières minérales, une certaine quantité de chlore, généralement à l'état de chlorure de potassium. Le chlore est indispensable à l'alimentation : on le trouve dans le suc gastrique sous la forme d'acide chlorhydrique libre et il joue un rôle important dans les phénomènes de digestion. Depuis bien longtemps déjà, on avait remarqué les bons effets d'une petite quantité de sel ajoutée à la ration du bétail. Un intérêt considérable s'attache donc à établir la présence des chlorures dans les aliments, et il nous a semblé intéressant de faire une série de dosages de chlore dans des produits végétaux entrant dans l'alimentation de l'homme et des animaux de la ferme. Des recherches de cette nature avaient déjà été entreprises par divers savants : la conclusion a été que les fourrages proprement dits : foins, pailles, fanes, tubercules, contenaient des proportions notables de chlorures et que les grains en contenaient très peu et souvent aucune trace. Pour opérer ces dosages, on avait toujours eu recours à l'incinération directe, et c'est dans les cendres obtenues qu'on recherchait le chlore.

» Nous avons commencé par suivre cette méthode; les résultats que nous avons trouvés ne s'éloignent pas de ceux obtenus antérieurement. Ainsi le maïs est une des graines dans lesquelles on ne trouve généralement pas de chlore. Cependant, on sait que les animaux, les granivores surtout, peuvent se nourrir exclusivement avec cette graine. Il y aurait donc là une anomalie et l'on pourrait être conduit à admettre que certains animaux n'ont pas besoin d'acide chlorhydrique pour opérer la digestion des matières albuminoïdes.

» Nous avons voulu examiner s'il en était réellement ainsi et, dans ce but, nous avons dosé le chlore avec des précautions que l'on n'avait pas prises jusqu'ici. Frappé de ce fait que les graines donnent des cendres acides par suite de la présence de phosphates acides, tandis que les tiges et les tubercules donnent des cendres généralement alcalines, on a été amené à rechercher si, pendant l'incinération, l'acide phosphorique constituant des phosphates acides n'était pas une cause d'élimination du chlore. L'expérience a confirmé ces prévisions : si, par exemple, on dose comparativement le chlore dans un même foin, incinéré comme d'habitude et

inciné après avoir été arrosé d'une dissolution d'acide phosphorique suffisante pour transformer ses cendres en cendres acides, on obtient pour 100 de foin les chiffres suivants :

	Chlore.
Foin dont les cendres étaient acides	$0^{gr},20$
Foin incinéré normalement	$0^{gr},41$

» Ce résultat est frappant et fait penser qu'un phénomène analogue doit se produire dans les graines dont les cendres sont acides. On fut ainsi conduit à neutraliser, avant l'incinération, les phosphates acides que contiennent les graines. Dans ce but, on a ajouté, à la matière moulue, une quantité suffisante de carbonate de soude exempt de chlorures et préalablement dissous dans l'eau. Après la dessiccation on a procédé à l'incinération. En opérant de cette manière pour diverses graines, on a obtenu les chiffres suivants :

Noms des graines.	CHLORURE CONTENU PAR 100^{gr} incinéré sans NaO, CO^2.	incinéré avec NaO, CO^2.
	gr	gr
Avoine	0,016	0,0605
Blé	0,007	0,0630
Féveroles	0,0345	0,0455
Maïs	0,000	0,037
Orge	0,0135	0,0395
Sarrasin	0,021	0,026
Seigle	0,006	0,054
Son	0,000	0,080

» On voit par là que les anciens résultats, qui eussent pu conduire à des appréciations erronées sur le rôle des chlorures dans l'alimentation, sont à rejeter, et qu'il convient de regarder les chlorures comme faisant partie de toute alimentation végétale. »

PHYSIOLOGIE. — *De la contraction rythmique des muscles sous l'influence de l'acide salicylique.* Note de M. CH. LIVON, présentée par M. Robin.

« Quand on administre de l'acide salicylique à un animal, ses muscles ne tardent pas à tomber dans la résolution; mais cette résolution n'est qu'un épuisement, précédé, sur la grenouille surtout, par une véritable période

(1) Ce travail a été exécuté à l'Institut agronomique, dans le laboratoire de M. Müntz.

tétanique, dont j'ai pu suivre la marche au moyen de la méthode graphique.

» Quelques minutes après l'administration de la substance, on obtient des contractions brèves, formées d'une seule secousse musculaire et qui sont séparées les unes des autres par un état de repos du muscle. Mais bientôt ces contractions se groupent par petits nombres, tout en restant distinctes les unes des autres.

» Il arrive un moment, enfin, où l'on obtient un tétanos rythmique, assez semblable à celui qui a été obtenu par M. Richet (*Archives de Physiologie*, Tomes III et IV, 1879; *Comptes rendus*, 10 novembre 1879) sur le muscle de la pince de l'écrevisse, tétanos formé de contractions régulières, commençant par de fortes secousses et se continuant par des contractions qui diminuent proportionnellement d'intensité, tout en présentant, pourtant, un phénomène d'addition ou de soustraction des excitations, le muscle ne revenant pas à son point de départ à chaque contraction, la nouvelle secousse ayant lieu avant que le muscle soit arrivé au repos.

» Mais, au bout d'un certain nombre de contractions, le muscle revient à son point de départ : il est complètement épuisé.

» Les tracés ainsi obtenus ressemblent à ceux de la pression sanguine, avec cette différence que les amplitudes des courbes vont en diminuant assez proportionnellement.

» Ce fait est de nature à montrer : 1° que le muscle de la pince de l'écrevisse n'est pas le seul à présenter le phénomène du tétanos rythmique, qui peut-être est une propriété du tissu musculaire en général, des conditions spéciales, encore à déterminer, étant nécessaires pour le développer; 2° que le muscle s'épuise avec une très grande rapidité, mais que la réparation est aussi très rapide, puisque, avant de revenir à son point de départ, sous l'influence de la persistance de l'excitant, il peut entrer de nouveau en contraction; 3° qu'enfin, s'il y a analogie entre le cœur et les muscles soumis à la volonté, il y a cette différence, que le cœur présente des contractions rythmiques toujours égales, tandis que celles des muscles vont en diminuant; que, par conséquent, dans ceux-ci, la réparation, tout en se faisant aussi vite, n'est pas aussi complète, probablement parce qu'ils ne possèdent pas un appareil ganglionnaire semblable à celui du cœur, ainsi que le suppose M. Ch. Richet pour le muscle de la pince de l'écrevisse ([1]). »

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie de l'École de Médecine de Marseille.

CHIMIE ANIMALE. — *Du mode de distribution des phosphates dans les muscles et les tendons.* Note de M. L. **Jolly**, présentée par M. Robin.

« Les analyses les plus récentes et les plus complètes des muscles sont celles qui ont été exécutées par Bibra, Lehmann et Keller. Bibra a déterminé d'un côté les phosphates solubles dans l'eau et de l'autre les phosphates insolubles, sans dire leurs espèces; Lehmann a déterminé l'acide phosphorique d'un côté et les bases de l'autre, sans indiquer leur mode de combinaison; quant à Keller, c'est, d'une part, l'extrait de viande et, d'autre part, le résidu insoluble dans l'eau qu'il a analysés. Aucun de ces savants n'a indiqué ni l'espèce de muscle analysé, ni l'état de l'animal qui a fourni les matériaux. Nos recherches ont porté sur le veau, le bœuf maigre et le bœuf engraissé (pour que nos résultats soient comparables, les échantillons ont été prélevés dans le milieu de la cuisse).

» 100^{gr} de tissu musculaire desséché renferment :

	Veau.	Bœuf maigre.	Bœuf gras.
Phosphates alcalins	0,971	0,201	1,201
» de chaux	0,099	0,060	0,350
» de magnésie	0,135	0,093	0,430
» de fer	0,042	0,040	0,065
Oxyde de fer (non phosphaté)	»	»	»
Totaux	1,247	0,394	2,046

» Chez le bœuf gras et chez le bœuf maigre, la proportion des phosphates varie presque de 6 à 1. L'abondance du tissu cellulaire dans le muscle du bœuf maigre, jointe à la pauvreté en phosphates, ne peut-elle pas expliquer un fait bien constaté depuis longtemps, à savoir que cette viande est moins nourrissante que le bœuf de premier choix?

» Dans tous les cas, les phosphates alcalins sont les plus abondants; la deuxième place appartient au phosphate de magnésie, la troisième au phosphate de chaux et la dernière au phosphate de fer.

» Nous ne connaissons aucune analyse minérale des tendons; les ouvrages indiquent seulement la présence du phosphate de chaux. Comme les tendons sont constitués par les fibres du tissu cellulaire et quelques rares fibres élastiques, nous avons voulu savoir quelle relation existe entre eux et les muscles au point de vue de la proportion des phosphates [1].

---

(1) Quel que soit l'état de l'animal (gras ou maigre) qui fournit les éléments à analyser,

» 100gr de tendons desséchés renferment :

	Veau.	Bœuf.
Phosphates alcalins	0,480	0,185
» de chaux	0,048	0,396
» de magnésie	0,060	0,136
» de fer	0,110	0,061
Oxyde de fer (non phosphaté)	»	»
Totaux	0,698	0,776

» La comparaison des résultats de ces deux analyses des tendons montre l'utilité qu'il y a à déterminer la nature des sels en général, des phosphates ici, tels qu'ils sont en combinaison avec la matière organique azotée. Si nous comparons seulement les totaux de ces deux analyses, la différence, 0mgr,078, est assez faible pour être négligée et porter à conclure que les résultats sont identiques. Mais si, au contraire, nous envisageons chaque espèce de phosphate en particulier, nous trouvons des différences considérables. Ainsi, dans les tendons du veau, ce sont les phosphates alcalins et le phosphate de fer (c'est-à-dire les phosphates du sang) qui dominent; chez le bœuf, ce sont, au contraire, les deux phosphates terreux (phosphates de chaux et de magnésie) qui sont en excès. Le mode de distribution est donc complètement différent (¹). »

PHYSIOLOGIE. — *Influence des diverses couleurs sur le développement et la respiration des infusoires.* Note de M. E. Serrano Fatigati. (Extrait.)

« ... J'ai employé des solutions de fuchsine, de bleu de Lyon, de violettes de Parme et de nitrate de nickel, pour soumettre des infusoires à l'influence de couleurs à peu près monochromatiques.

» ... Voici les résultats auxquels je suis parvenu :

» 1° La lumière violette active le développement des organismes intérieurs.

» 2° La couleur verte le retarde.

» 3° Quand de petits amas de ces organismes ont été transportés dans

---

la différence de composition est tellement faible qu'on peut dire que la composition reste identique. En conséquence, nous avons donné seulement la constitution minérale phosphatée des tendons du veau et du bœuf.

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1038.

l'eau distillée, la lumière violette les fait s'éteindre plus vite que toutes les autres lumières.

» 4° La production de l'acide carbonique est toujours plus grande dans la lumière violette que dans les autres, et plus petite dans la lumière verte.

» 5° L'ensemble de ces faits montre que la respiration des infusoires est plus active dans la couleur violette que dans la couleur blanche, et moins active dans le vert que dans cette dernière. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

ERRATA.

(Séance du 10 novembre 1879.)

Page 765, ligne 7, *au lieu de* les Membres de la Section de Physique, *lisez* les Membres de la Section de Géographie et Navigation.

En tenant compte de l'*errata* inséré page 873 de ce volume, la Commission du Passage de Vénus est donc composée des Membres de la Section d'Astronomie, des Membres de la Section de Géographie et Navigation, et de MM. Dumas, Bertrand, Fizeau, Puiseux et Cornu.